



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

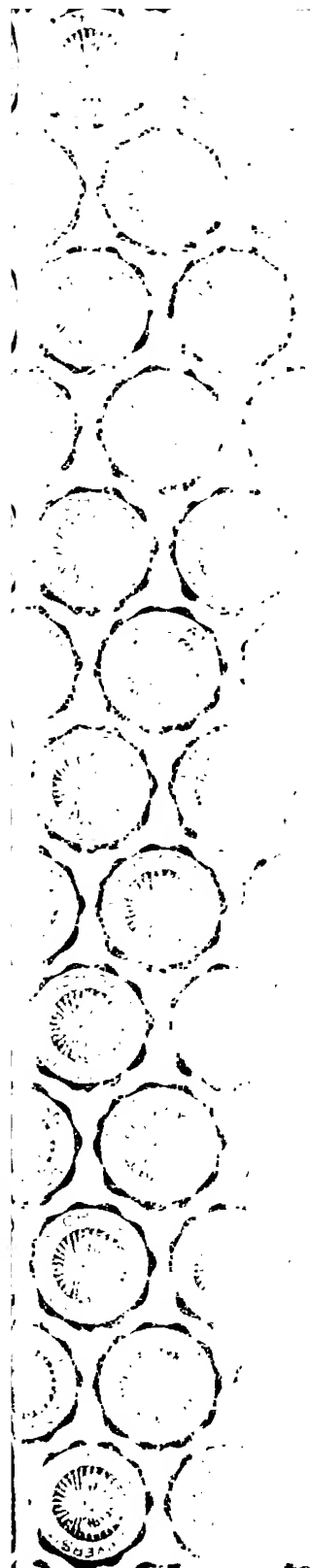
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>





1817



ARTES SCIENTIA VERITAS





siques.» (Leuret, *Traitement moral de la folie*.)

On ne nous soupçonnera pas d'avoir laborieusement rassemblé, pour appuyer notre thèse, les contradictions étonnantes dont nous offrons le tableau, c'est M. Leuret lui-même qui s'est donné cette peine.

(1) Pariset, *Rapport sur un mémoire*, etc.; *Bulletin de l'Acad. roy. de méd.*, t. 6, 1^{er} juin 1841.

CHEMINS DE FER
D'ALLEMAGNE.

IMPRIMERIE DE H. FOURNIER ET C^o, RUE SAINT-BENOÎT, 7.

CHEMINS DE FER D'ALLEMAGNE

DESCRIPTION STATISTIQUE
SYSTÈME D'EXÉCUTION, TRACÉ, VOIE DE FER, STATIONS
MATÉRIEL, FRAIS D'ÉTABLISSEMENT, EXPLOITATION
PRODUIT DE L'EXPLOITATION

Louis
PAR
M. LE CHATELIER
INGÉNIEUR AU CORPS ROYAL DES MINES

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE

DE **L. Mathias** (AUGUSTIN)

QUAI MALAQUAIS, 45

—
1845

Transportation
Library

HE

3078

, L 46

INTRODUCTION.

L'Allemagne a imprimé depuis plusieurs années une impulsion rapide à la construction de ses chemins de fer; elle compte, en y comprenant le chemin de fer d'Olmütz à Prague, livré à la circulation le 20 août 1845, et le prolongement du chemin de fer Saxon-Bavarois, ouvert le 7 septembre jusqu'à Zwickau, 2,830 kilomètres en exploitation, et environ 4,500 kilomètres en construction, ou concédés. Les progrès du réseau, dont elle couvre son territoire, ont été signalés à diverses reprises par M. Bourgoing, par M. Teisserenc, et plus récemment par M. Prosper Tourneux dans son introduction à la *Législation des chemins de fer en Allemagne*. Mais les faits techniques relatifs à l'exploitation de ces nombreuses lignes sont restés jusqu'à ce jour à peu près inconnus en France. M. le sous-secrétaire des travaux publics a bien voulu me désigner pour aller étudier sur place les questions qui se rattachent au tracé, au matériel et

à l'exploitation. J'ai parcouru pendant le mois de septembre et une partie du mois d'octobre de l'année 1844, le grand-duché de Bade, la Bavière, l'Autriche, la Prusse, la Saxe, le Hannovre et la Belgique.

J'ai résumé dans ce livre, en les classant suivant leur nature, les renseignements que j'ai recueillis dans cette excursion. Mon but principal a été de faire connaître l'état actuel des chemins de fer en Allemagne; cependant, lorsque l'occasion s'en est présentée, j'ai discuté d'une manière générale quelques-unes des questions à l'ordre du jour. Indépendamment des notes recueillies sur place, j'ai consulté l'ouvrage publié par M. le baron de Reden, dans lequel ce savant écrivain a résumé tous les documents imprimés qui existent en Allemagne sur les chemins de fer de ce pays, le journal des chemins de fer allemands, rédigé par deux ingénieurs, MM. Etzer et Klein, attachés à la construction du réseau wurtembergeois et bien connus par leurs travaux, les comptes-rendus des compagnies, et quelques ouvrages spéciaux. J'ai attendu, avant d'arrêter définitivement le plan de mon travail, et d'en commencer la rédaction, les renseignements publiés par les compagnies sur leur exploitation en 1844; je n'ai reçu les derniers qu'à la fin du mois de juillet; encouragé par l'autorisation bienveillante de M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics

et par les conseils de quelques amis, je l'ai livré à l'impression, malgré les imperfections nombreuses qui ont dû nécessairement résulter de la rapidité du voyage et de la mise en ordre des matériaux.

Un premier chapitre, sous le titre de *Description statistique*, est destiné à faire connaître l'histoire de chacun des chemins de fer en exploitation ou en construction, les conditions de tracé dans lesquelles il se trouve, son importance présente ou future. Cette description, à l'appui de laquelle j'ai joint une carte dressée d'après les documents les plus récents, pourra faciliter l'intelligence des renseignements, qui nous parviennent de temps en temps par la voie des journaux, sur les progrès du réseau allemand.

Le second chapitre renferme quelques indications sur le *système d'exécution*, soit par les gouvernements des différents États, soit par des compagnies abandonnées à leurs propres ressources ou subventionnées sous des formes diverses. Le morcellement du territoire entre une foule d'États, dont les possessions sont souvent enchevêtrées les unes dans les autres, a donné lieu entre leurs gouvernements à de nombreux traités pour l'exécution et l'exploitation des chemins de fer; un de ces traités, reproduit en entier, donnera un spécimen de tous les actes du même genre.

Le troisième chapitre est consacré au *tracé*; la question des *pentes* et des *courbes* y est traitée en détail.

Le quatrième chapitre traite de la *voie de fer et de ses dépendances*; la forme très-variable des rails et des supports, son influence sur le mouvement des trains, quelques modifications apportées à la disposition des changements de voie, le prix de revient du mètre courant de la voie, la reproduction d'un cahier de charges pour la fourniture des rails, etc., telles sont les matières principales qu'il renferme.

Le cinquième chapitre contient la description des différents systèmes de *stations* adoptés en Allemagne, soit pour les voyageurs, soit pour les marchandises, et divers renseignements qui se rattachent à cette partie de la construction et de l'exploitation des chemins de fer.

Dans le sixième chapitre, ont été décrites toutes les particularités que présente le *matériel de traction et de transport*; la construction des machines n'offre que des perfectionnements ou des modifications de détail, elle se rattache pour la forme et la disposition des différentes parties aux deux types *anglais* et *américain*. Un paragraphe est consacré à la statistique des machines locomotives, et les nombres qu'il renferme montrent avec quelle rapidité leur fabrication s'est développée dans ce pays,

où il existait à peine, en 1838, quelques ateliers de construction pour les machines à vapeur. On remarque une tendance générale à modifier la disposition des voitures, pour donner aux essieux toute la mobilité sous le châssis propre à faciliter la circulation dans les courbes, et à rendre insensibles pour les voyageurs les inégalités de pose de la voie. La rigidité de l'assemblage des essieux avec le châssis n'est plus considérée comme une nécessité; on adopte, au contraire, tous les moyens propres à la faire disparaître; on va même, sur plusieurs chemins, jusqu'à supprimer entièrement les plaques de garde. La construction des ressorts, l'application de l'huile pour le graissage des roues des wagons, ont été l'objet d'expériences intéressantes.

Le septième chapitre est consacré aux *frais d'établissement*. Le peu d'élévation du prix de revient de la plupart des chemins en exploitation s'explique par les facilités d'exécution exceptionnelles que le sol a présentées presque partout, par la modicité du prix de la main-d'œuvre et des matériaux, et par la simplicité du mode de construction. Les lignes les plus faciles à exécuter ont été construites les premières; celles qui restent à construire coûteront plus cher, et les prix de revient se rapprocheront de la moyenne adoptée en France pour les évaluations de cette nature. C'est par suite de cette circonstance que la plupart de ces dernières lignes

ont été entreprises par les gouvernements ou subventionnées par eux.

Dans le huitième chapitre, tous les faits relatifs à *l'exploitation*, c'est-à-dire à *l'entretien et à la surveillance de la voie, à l'expédition et au transport des voyageurs et des marchandises et à la traction*, ont été décrits avec tout le détail possible. Pour conserver aux procédés d'exploitation la couleur locale, j'ai reproduit le plus souvent le texte des règlements, instructions ou ordres de service, propres à faire connaître leur mécanisme.

Le neuvième et dernier chapitre est consacré aux *produits de l'exploitation*. Après avoir réuni dans un même tableau les tarifs de 25 chemins de fer différents, j'ai reproduit pour les chemins exploités par les compagnies, qui seules livrent à la publicité le compte-rendu de leurs opérations, les résultats de l'exploitation. J'ai cherché, en indiquant les recettes et les dépenses, à ramener les unes et les autres aux unités les plus simples, sous une forme propre à fournir des termes de comparaison ; mais les comptes-rendus des compagnies, quoique généralement plus détaillés et plus riches en documents que ceux des compagnies françaises, ne fournissent pas tous les éléments nécessaires pour ramener les dépenses aux unités fondamentales : *le voyageur et la tonne de marchandise* transportés à un kilomètre.

Tous les résultats numériques ont été transformés en mesures métriques. Cette transformation n'a pas été la partie la moins longue et la moins pénible de mon travail ; mais l'expérience m'a appris que c'était là le seul moyen de donner quelque utilité à un livre qui s'adresse plus particulièrement aux ingénieurs et aux directeurs d'exploitation de chemins de fer, c'est-à-dire aux hommes les plus occupés parmi les travailleurs. Un tableau, sous forme d'appendice, donne la valeur en unités françaises des principales mesures allemandes que j'ai eu à transformer ; la multiplicité de ces mesures, qui varient d'un État à un autre, et qui ont quelquefois plusieurs valeurs différentes dans un même pays, m'a souvent laissé dans un grand embarras ; j'espère cependant avoir appliqué dans tous les cas les nombres les plus convenables pour leur traduction.

Paris, 10 octobre 1845.

CHEMINS DE FER D'ALLEMAGNE.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER EXÉCUTÉS OU EN COURS D'EXÉCUTION.

Préliminaires. — Grand-duché de Bade. — Royaume de Wurtemberg. — Royaume de Bavière. — Empire d'Autriche. — Monarchie prussienne; provinces à l'est du Weser. — Possessions de la maison de Saxe; royaume de Saxe, duché de Saxe-Altenburg, grand-duché de Saxe-Weimar, duché de Saxe-Cobourg, duché de Saxe-Meiningen-Hildburghausen. — Royaume de Hanovre et duché de Brunswick. — Villes libres anséatiques, duché de Holstein, grand-duché de Mecklembourg-Schwerin. — États de la maison de Hesse, ville libre de Francfort-sur-le-Main, duché de Nassau. — Monarchie prussienne; provinces à l'ouest du Weser.

Je passerai en revue les différents États de l'Alle- Préliminaires.
magne, en suivant autant que possible la marche
qu'adopterait un voyageur qui, sortant de France
par Strasbourg, visiterait successivement tous les
chemins de fer de ce pays et rentrerait par la Bel-
gique. C'est l'itinéraire que j'ai suivi dans mon
voyage, et celui qui se prête le mieux à faire ap-

précier les relations que ces voies de communication rapide établiront ou développeront entre toutes les parties du territoire germanique.

§ I. — GRAND-DUCHÉ DE BADE.

1° *Chemin de fer de l'État.* — Cette ligne, longue de 279 kilomètres, sillonne le grand-duché de Bade dans toute sa longueur, depuis Mannheim jusqu'à Lorrach, à la frontière de Suisse, près de la ville de Bâle. — Il court du sud au nord au pied des montagnes de la Forêt-Noire, et atteint tous les centres de population de quelque importance situés à leur base. — Arrivé à Heidelberg, il se rejette, par un rebroussement de l'est à l'ouest, vers Mannheim, parallèlement au cours du Neckar. — Un embranchement de 13^{km},5 le relie avec la tête du pont de Kehl; un second embranchement, partant de la station d'Oos, atteint Baden-Baden depuis le commencement du mois d'août 1845. — Ce chemin de fer fera concurrence au chemin de Strasbourg à Bâle pour le transit des voyageurs entre l'Allemagne et la Suisse. On s'occupe de le faire arriver jusqu'aux portes de la ville de Bâle, et même de le prolonger jusqu'à Zurich. — Il est exécuté et exploité par l'État en vertu d'une loi en date du 29 mars 1838; les travaux ont été commencés le 1^{er} septembre de la même année, et les diverses

sections ont été livrées à la circulation : de Mannheim à Heidelberg le 11 septembre 1840, d'Heidelberg à Carlsruhe le 15 avril 1843, de Carlsruhe à Offenburg et Kehl le 1^{er} juin 1844, d'Offenburg à Freyburg en août 1845, sur une longueur totale de 220^{km},5. — Il atteindra les frontières de la Suisse vers le milieu de l'année 1846.

Les travaux d'art et les terrassements ont été exécutés pour deux voies, mais jusqu'ici on n'en a posé qu'une seule. C'est en 1845 seulement que les chambres ont voté les crédits nécessaires pour la pose de la seconde voie.

Le tracé présentait, comme pour le chemin d'Alsace, les plus grandes facilités ; cependant on l'a tourmenté sur plusieurs points pour atteindre, conformément au programme dressé par les chambres, toutes les villes voisines de sa direction. Néanmoins il est de niveau sur 38/100^{es}, et il ne présente de pentes supérieures à 4 mill. par mètre (de 4^{mm} à 5^{mm},3) que sur 6/100^{es} de sa longueur totale. Pour obéir servilement aux conditions du programme et par une raison d'économie mal entendue, sur un

- terrain aussi peu accidenté, on a fait descendre au-dessous de 400 mètres et jusqu'à 180 mètres le rayon de quelques courbes. Bien que ces courbes de petit rayon soient pour la plupart voisines de stations où tous les trains s'arrêtent, elles exercent

une influence d'autant plus fâcheuse sur l'exploitation, qu'on a fait choix du matériel anglais sans l'appropriier à un pareil service. Ce chemin est le seul en Allemagne, parmi les grandes lignes, pour lequel on ait adopté une largeur de voie supérieure à 1^m,435; mais on n'est entré que timidement dans ce système d'innovation, en restreignant l'écartement à 1^m,60. Par suite, sans pouvoir jouir de tous les avantages que les partisans des larges voies leur attribuent, on s'est fermé toute communication directe avec les chemins des pays voisins. Si les chemins de fer ont jamais quelque importance stratégique, comme moyen d'invasion, la voie du grand-duché de Bade ajoutera quelque chose à la force défensive de notre frontière du Rhin.

2° *Chemins projetés dans la Forêt-Noire.* — Les populations de la Forêt-Noire réclament avec instance deux chemins de fer, l'un dirigé d'Offenburg sur le lac de Constance, l'autre destiné à relier la grande ligne badoise au réseau wurtembergeois. Cette dernière ligne s'exécutera prochainement, car elle doit donner issue au Wurtemberg dans la vallée du Rhin, relier la Bavière avec ses provinces rhénanes et Vienne avec Paris. Le choix du tracé n'est pas encore arrêté dans tous ses détails; il devra réunir directement Carlsruhe et Stuttgart.

3° *Chemin du Main au Neckar.* — Le gouverne-

ment construit enfin la portion du chemin du Main au Neckar, ou de Francfort à Heidelberg et Mannheim, comprise sur son territoire.

§ 2. — ROYAUME DE WURTEMBERG.

Réseau des chemins de fer de l'État. — Une loi du 18 avril 1843 a décidé que les chemins de fer du Wurtemberg seraient exécutés aux frais de l'État. Les études commencées depuis 1836 ont donné lieu à des contestations sans fin, justifiées du reste par les difficultés naturelles à un pays aussi accidenté. Les directions principales sont arrêtées, mais il reste encore à fixer les détails du tracé. La capitale sera le point de raccordement de toutes les lignes, qui viendront s'y réunir dans une station de tête. Elles sont au nombre de quatre :

1° Ligne du nord-ouest, de Stuttgart aux frontières de Bade ;

2° Ligne du sud-est, de Stuttgart aux frontières de Bavière à Ulm ;

3° Ligne du nord, s'embranchant sur celle du nord-ouest, de Thamm à Heilbronn ;

4° Ligne du sud, d'Ulm au lac de Constance ;

Il n'y a jusqu'à présent de travaux en cours d'exécution que sur les deux premières lignes, de Stuttgart à Ludwigsburg et à Esslingen.

La liaison entre les chemins de fer wurtembourgeois et bavarois s'établira, suivant toutes les probabilités, par un embranchement de la ligne du sud-est dirigé sur Nordlingen, et mettant Stuttgart en communication également facile avec Nürnberg d'une part, Augsburg et Munich de l'autre.

Le chemin de Stuttgart à Ulm présentera de sérieuses difficultés pour le passage d'un faite des Alpes compris entre le Neckar et le Danube. On adoptera sans doute, pour le surmonter aux abords, des rampes de 22^{mm}, et dans l'intervalle des rampes de 10^{mm} par mètre. Les premières seront desservies par des machines locomotives de renfort.

§ 3. — ROYAUME DE BAVIÈRE.

1^o *Chemin de fer de Louis, ou de Nürnberg à Fürth.* — Ce chemin est le premier sur lequel on ait vu fonctionner en Allemagne des machines locomotives; c'est en même temps le plus court et le plus productif des chemins de fer allemands, sa longueur étant de 6 kilomètres seulement, et le revenu de ses actionnaires s'élevant chaque année .

à 16 pour 100 du capital de premier établissement. Sa principale clientèle est formée par les juifs, auxquels les anciennes coutumes interdisent le séjour de la ville de Nürnberg pendant la nuit, et qui viennent chaque jour vaquer à leurs affaires. Le chemin de Fürth n'a été concédé que pour trente années le 19 février 1834. Il a été construit en neuf mois, et livré à la circulation le 7 décembre 1835. Les travaux ont été dirigés par M. Denis, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur du gouvernement bavarois. Le tracé est d'une facilité extrême, au milieu d'une plaine unie; les pentes n'atteignent pas 2^{mm} par mètre; une seule courbe à très-grand rayon raccorde deux alignements droits. Il n'y a qu'une seule voie. Les trains sont remorqués soit par des locomotives, soit par des chevaux, suivant les heures de la journée ou les jours de la semaine. Les fondateurs de ce chemin avaient espéré le voir prolonger et devenir la tête d'une ligne importante; mais le gouvernement l'a laissé de côté en arrêtant ses tracés, et maintenant il est coupé à angle droit et à niveau par une ligne en pleine exploitation, celle de Nürnberg à Bamberg.

2° *Chemin de fer de Munich à Augsburg.* — La Bavière s'est livrée de bonne heure à la construction des voies de communication à grande vitesse. Le chemin de Fürth n'était pas encore ouvert, qu'une compagnie s'était formée pour établir une

ligne de fer entre Augsbourg et la capitale. L'ingénieur Denis, dont l'habileté bien connue a été mise à profit par les compagnies et par le gouvernement pour l'exécution de tous les chemins bavarois, fut chargé des études. La concession fut accordée au mois de juillet 1837, et les travaux de terrassement commencés le 9 février 1838. L'exploitation fut mise en activité sur une première section le 1^{er} septembre 1839, sur la totalité de la ligne le 1^{er} octobre 1840. Ce chemin franchit la ligne de faite peu élevée qui sépare le bassin du Lech du bassin de l'Isar; néanmoins les conditions du tracé sont tellement favorables, que les pentes ne dépassent pas l'inclinaison de 3^{mm},3 par mètre. On n'a rencontré de difficultés un peu sérieuses que pour traverser des marais tourbeux. Les terrassements et les travaux d'art ont été faits pour deux voies, mais jusqu'ici une seule a suffi pour l'exploitation. La longueur totale est de 59^{km},9.

Le chemin d'Augsbourg à Munich, devant former l'un des tronçons les plus importants du réseau bavarois, dont l'État a pris l'exécution à sa charge, et d'un autre côté les affaires de la compagnie étant peu prospères, le gouvernement l'a racheté en août 1844, et est entré en jouissance le 1^{er} octobre suivant.

Aux termes du marché conclu par le conseil d'ad-

ministration et ratifié par l'assemblée générale des actionnaires, le fonds de réserve formé par la valeur des terrains excédants a été consacré à l'extinction d'une partie des dettes liquides de la compagnie. Le gouvernement a pris à sa charge l'emprunt de 2,500,000 francs contracté par la société, et s'est engagé à rembourser le capital versé par les actionnaires montant à la somme de 6,450,000 francs, soit au comptant, soit au moyen d'obligations au taux d'intérêt de 3 1/2 pour 100. En outre, pour indemniser la compagnie de la plus-value future du chemin, il lui paie comptant une somme de 430,000 fr. L'État aura de plus à supporter les frais d'achèvement du chemin pour la pose de la seconde voie et la restauration de la première.

3° *Réseau des chemins de fer de l'État.* — Le gouvernement bavaïois a entrepris de construire à ses frais et d'exploiter tous les chemins de fer nécessaires pour établir entre les diverses parties du territoire une communication rapide et détruire l'influence des barrières naturelles qui isolent, sur presque tous les points, la Bavière des pays voisins. Le rachat du chemin d'Augsbourg à Munich a formé le complément de cette mesure générale, et la Bavière n'aura désormais qu'un seul et même système de chemin de fer qui lui assurera les avantages de l'uniformité la plus complète. Les bases adoptées

pour l'exécution de cette vaste entreprise en feront un véritable monument national.

La ligne principale, sur laquelle s'embranchent les autres, court du sud au nord dans le sens de la plus grande longueur du territoire. Elle prend son point de départ à Lindau, sur les bords du lac de Constance, franchit la ligne de faite qui sépare le bassin du Rhin du bassin du Danube, arrive à Augsbourg, où vient s'embrancher le chemin d'Augsbourg à Munich; elle traverse ensuite le Danube et franchit le faite d'entre Danube et Main pour arriver à Nürnberg. De cette ville, auprès de laquelle est établie la gare centrale de tous les chemins de fer bavarois, la ligne forme un rebroussement, décrit un quart de cercle, coupe à niveau le petit chemin de Fürth, et se dirige vers Bamberg en côtoyant le canal du Rhin au Danube. De Bamberg, le tracé se rejette vers le nord-est et atteint la frontière de la Saxe à Hof, après s'être élevé jusque sur la crête du Fichtelgebirge, chaîne de montagnes qui sépare la Bavière de la Saxe. A ce point, il vient se réunir au chemin saxon-bavarois dont l'origine est à Leipzig.

On étudie en outre, pour entamer prochainement les travaux, plusieurs lignes destinées à compléter les communications de la Bavière avec les pays voisins :

1° De Bamberg à Hanau, près Francfort sur le Main;

2° De Lichtenfels, au nord de Bamberg, à Cobourg, pour communiquer directement à travers les duchés de Saxe-Cobourg, Saxe-Meiningen et Saxe-Weimar avec Cassel;

3° De Munich à Salzburg, pour communiquer avec Vienne;

4° De Nürnberg à Ratisbonne sur le Danube;

5° De Nordlingen, entre Augsbourg et Nürnberg, à la frontière du Wurtemberg.

La grande ligne du nord au sud est seule en cours d'exécution; sa longueur totale, du lac de Constance à la frontière de Saxe, est de 483^{km}. Deux sections, la première de Nürnberg à Bamberg, longue de 60^{km}, la deuxième d'Augsbourg à Donauwörth sur le Danube, longue de 37^{km}, sont déjà livrées à la circulation depuis le 1^{er} octobre et le 20 novembre 1844.

Les limites adoptées pour la construction des chemins de fer bavares sont, dans les pays de plaines, pour les pentes 5^m par mètre, pour le

rayon des courbes 600 mètres; dans les montagnes, pour les pentes 23^m, et pour les courbes 300 mètres. Le service sera fait par des locomotives, même sur les rampes les plus fortes.

4° *Chemins de fer de la Bavière rhénane.* — Le gouvernement bavarois, pour la construction des chemins de fer dans ses provinces rhénanes, n'a pas adopté le même système que dans la Bavière proprement dite. Les chemins sont construits par des compagnies, avec une garantie d'intérêt par l'État.

Le chemin de fer palatin de Louis, actuellement en cours d'exécution, coupera le territoire de l'ouest à l'est; son point de départ est près de Sarrebrück, à la frontière de la Prusse rhénane, et, par une bifurcation il atteindra le Rhin à Spire et à Ludwigshafen, en face de Mannheim. Il passe à Hombourg, d'où se détache un embranchement de peu de longueur dirigé vers Zweibrücken (Deux-Ponts). Il se rattache d'une part, vers le nord, au chemin de Mayence à Ludwigshafen, et met Francfort-sur-le-Main en communication avec Sarrebrück et Metz, et au sud avec le chemin de Spire à Lauterbourg et Strasbourg. Ce dernier chemin, pour lequel une société a été récemment constituée sous le nom de compagnie du *chemin de fer rhénan palatin*, lors-

qu'il sera prolongé sur le territoire français, formera l'un des tronçons d'une grande ligne continue, tracée sur la rive gauche du Rhin de Mayence à Bâle.

La création de ces chemins de fer multipliera les relations de l'Allemagne rhénane avec la France, mais elle pourra exercer une fâcheuse influence sur le succès du chemin de Nancy à Sarrebrück. Ce chemin, que la configuration du sol a forcé d'infléchir vers Strasbourg, n'aura pas un avantage décidé, comme longueur de trajet, pour les communications de Francfort avec Paris; tandis que s'il avait pu être dirigé vers Bar-le-Duc, il l'aurait emporté sur les directions concurrentes pour les relations de l'Allemagne centrale avec Paris. Pour le transport des houilles entre Sarrebrück et l'Alsace, il présentera sur le chemin passant par Hombourg, Spire, Lauterbourg et Strasbourg, un allongement d'au moins 40 kilomètres.

§ 4. — EMPIRE D'AUTRICHE.

1° *Chemin de fer de Budweis à Linz et à Gmunden.* — Ce chemin se compose de deux parties distinctes, l'une de Budweis à Linz, mettant en communication la Moldau, affluent navigable de l'Elbe, avec le Danube; l'autre de Linz à Gmunden, mettant le district salifère de Salzburg en relation avec

la grande voie navigable du Danube. Ces deux chemins, construits dans des contrées fort accidentées, présentent, surtout le premier, un tracé très-tourmenté. Entre Linz et Budweis, le rayon des courbes descend jusqu'à 20 mètres, et les pentes atteignent une inclinaison de 22^{mm} par mètre; de Gmunden à Linz le rayon minimum des courbes est de 150 mètres, mais l'inclinaison des pentes va jusqu'à 35 et même quelquefois jusqu'à 45^{mm} par mètre. Les waggons sont remorqués par des chevaux, et l'exploitation se fait sur une seule voie avec gares d'évitement. Le trafic principal est celui des marchandises; cependant le nombre des voyageurs s'élève annuellement à 150,000 environ, mais la plupart d'entre eux ne parcourent que de faibles distances.

Le chemin de Budweis à Linz est le premier qui ait été construit en Allemagne. Les projets remontent à l'année 1821, et l'exploitation a commencé sur une première section à la fin de 1828. On compte de Budweis à Linz 128^{km}8, et de Linz à Gmunden 68^{km}. Cette dernière partie n'a été terminée qu'en 1836. Un pont jeté sur le Danube raccorde les deux sections.

2° *Chemin de Prague à Lahna.* — Ce chemin, destiné à mettre la capitale de la Bohême en com-

munication avec les gisements de substances minérales du sud-ouest, et à compléter par son prolongement jusqu'à Budweis la liaison du Danube à l'Elbe, n'a été exécuté que sur 57^{km} de longueur; il ne transporte que des marchandises en petite quantité, 20 à 30,000 tonnes par an. Je le mentionne ici pour ne plus y revenir.

3^o *Chemin de fer de Vienne à Gloggnitz.* — Cette ligne, désignée improprement par le nom de chemin de fer de Vienne à Raab par la plupart des personnes qui l'ont cité dans leurs écrits, fait partie d'un ensemble de chemins de fer projeté dès l'année 1836, et qui jusqu'ici n'a été que partiellement mis à exécution.

Il forme le premier tronçon de la grande ligne de Vienne à Trieste, maintenant en cours d'exécution aux frais de l'État; il servira d'intermédiaire pour toutes les relations de l'Allemagne avec la Méditerranée. Il a en outre une grande importance comme voie de communication locale. La compagnie qui en est concessionnaire cherche à augmenter cette importance, en construisant deux embranchements, l'un de Mödling à Laxenburg, l'autre de Wiener-Neustadt à la frontière de Hongrie, à la rencontre d'un chemin partant d'Oedenburg et entrepris par une compagnie hongroise. — Pour

utiliser d'anciens travaux qu'elle avait interrompus par suite de l'insuffisance de ses ressources et dans la crainte d'une concurrence favorisée par la diète hongroise, la compagnie va reprendre la construction de l'embranchement de Vienne à Raab en le poussant seulement jusqu'à Brück-an-der-Leytha, sur la frontière de Hongrie. Ces derniers travaux avaient été suspendus en 1842 par une décision de l'assemblée générale, motivée principalement sur les résultats désastreux de la concurrence des deux chemins de fer de Paris à Versailles.

Les travaux de la ligne de Vienne à Gloggnitz ont été commencés en août 1839 et terminés jusqu'à Wiener-Neustadt le 20 juin 1841, et jusqu'à Gloggnitz le 5 mai 1842. La section de Wiener-Neustadt à Gloggnitz n'a qu'une voie, mais elle est préparée pour en recevoir une seconde dès que le prolongement sur Trieste sera suffisamment avancé.

On compte :

	km	
De Vienne à Wiener-Neustadt. . .	47,2	} 75km,3 en exploitation.
De Wiener Neustadt à Gloggnitz. .	28,1	
De Vienne à Brück-an-der-Leytha. .	38,0	} 46km9, en exécution.
De Mödling à Laxenburg.	4,5	
De Wiener-Neustadt à la frontière de Hongrie.	4,4	
Total.	122km,2	

Le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz se développe entre Vienne et W. Neustadt, dans un pays de plaines assez découpé, au pied d'une ligne de montagnes peu élevées, qui forme sous le nom de Wiener-Wald le dernier chaînon des Alpes Noriques. En n'épargnant pas les travaux d'art et de terrassement, on a pu obtenir jusqu'à W. Neustadt un tracé très-favorable pour la traction et maintenir les pentes au maximum de 3^m,5 par mètre. Cette première partie est dirigée du nord au sud; à partir de W. Neustadt, la ligne se rejette au sud-ouest, et suit jusqu'à Gloggnitz une vallée d'alluvion qui s'engage profondément dans les montagnes, au pied du Semmring, col dans lequel le chemin de Trieste doit franchir la chaîne des Alpes. Cette section suit la pente naturelle du terrain avec des inclinaisons croissantes depuis 3^m,8 jusqu'à 7^m,7 par mètre. Le rayon minimum des courbes est de 1,600 mètres entre Vienne et Gloggnitz. A partir de W. Neustadt ce chemin rappelle par sa situation celui de Mulhouse à Thann. La compagnie possède à Vienne un établissement considérable dont une partie, celle qui devait desservir le chemin de Vienne à Raab, est restée inachevée. Une grande fabrique de machines, travaillant à la fois pour la compagnie, le gouvernement et l'industrie particulière, y est annexée. Son administration est entièrement séparée de l'exploitation. La gare et toutes ses dépendances

sont figurées dans le portefeuille de MM. Perdonnet et Polonceau.

4° Chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand. — Le chemin du Nord est destiné à prendre une importance considérable par suite de la configuration du sol de l'Autriche au nord du Danube. Il se développe près de la frontière de Hongrie, dans les plaines de la Moravie, et s'élève insensiblement sur un vaste plateau dépendant de la chaîne Hercynio-Carpathienne, et compris entre les Carpathes proprement dites et les Sudètes. Par là il pénètre sans difficultés sur le versant nord de cette chaîne, dans les immenses plaines de la Prusse et de la Pologne. Il est par suite l'intermédiaire nécessaire de toutes les communications de la Galicie, de la Pologne et de la Prusse avec Vienne et Trieste. A l'ouest, il longe les hauteurs qui séparent le bassin fermé de l'Elbe, c'est-à-dire la Bohême entière, et qui seules ont pu livrer passage aux chemins de fer destinés à relier Prague avec la capitale de l'Empire. La déchirure profonde à travers laquelle l'Elbe s'est frayé un passage pour aller jeter ses eaux dans la mer du Nord permettant seule d'établir une voie de fer entre Prague et Dresde, le chemin de fer du Nord sera en outre l'intermédiaire obligé de toutes les relations de Trieste, de Vienne, du bas Danube, avec Leipzig, Hambourg et toute l'Allemagne du centre et du nord-ouest.

Enfin les derniers contreforts des Alpes Noriques, qui viennent border la rive gauche du Danube, ne permettant pas d'établir sur cette rive le chemin de Vienne à Linz et à Munich, c'est-à-dire la grande ligne de communication de l'est à l'ouest, il faudra le rejeter sur la rive gauche et le construire en prolongement de l'embranchement du chemin du Nord, arrêté maintenant à Stockerau.

Le chemin du Nord, concédé à une compagnie, se compose d'une ligne principale dirigée vers le nord-nord-est, actuellement en exploitation jusqu'à Leipnik, et de trois embranchements. Le premier se détache de la ligne principale, près de Vienne, pour courir à l'ouest vers Stockerau; le deuxième, dirigé de Lundenburg à Brünn; le troisième, de Prerau à Ollmütz. La ligne principale est prolongée par la compagnie jusqu'à Oderberg, à la frontière de Prusse, où elle viendra se relier aux chemins de fer de la Silésie. A l'est, elle sera prolongée par l'État jusqu'à Lemberg, capitale de la Gallicie, et se reliera près de Cracovie avec le chemin de fer de Varsovie. L'embranchement de Stockerau sera prolongé vers les provinces de l'ouest et de la Bavière; les embranchements de Brünn et d'Ollmütz servent de point de départ à deux chemins de fer construits par l'État pour relier la Bohême avec Vienne d'une part, la Pologne et la Gallicie de l'autre. La compagnie va établir enfin un quatrième embranche-

ment, de Gänserndorf à la frontière de Hongrie, pour compléter le chemin de fer de Pressburg à Vienne; et par suite il servira encore d'intermédiaire aux relations d'une grande partie de la Hongrie avec la capitale de l'Empire.

Le chemin de fer du Nord a jusqu'à présent un développement total de 414 kilomètres, ainsi répartis :

	kilomètres.
Ligne principale de Vienne à Leipnik.	205
Embranchement de Stockerau.	23
— de Brünn.	68
— d'Ollmütz.	23
Total en exploitation.	319
Prolongement de Leipnik à la frontière de Prusse.	72
Embranchement de Pressburg.	23
Total en construction.	95
Total général.	414

Il n'est pas encore certain que la compagnie use de son privilège pour construire le prolongement

à l'est vers la Gallicie, d'Osterau à Oswieczim, sur la frontière. Cette section aurait 79^{km} de longueur, ce qui porterait à 493^{km} le développement total de ses lignes de fer.

Les premiers projets pour la construction du chemin de fer du Nord remontent à l'année 1830, mais il n'a été concédé qu'en 1836 à la maison de banque de Rothschild pour cinquante années. Cette durée de concession doit courir à partir de l'achèvement des travaux, pour lesquels le gouvernement avait accordé un délai de dix années, porté ensuite à vingt années.

Les différentes sections ont été livrées à la circulation jusqu'à Brünn en mai 1840;

A Stockerau le 26 juillet 1841;

A Ollmütz le 17 octobre 1841;

A Leipnik dans l'automne 1843.

Le chemin commence au Prater, à Vienne, et franchit le Danube au moyen de deux ponts provisoires sur pallées en bois. Le tracé a présenté peu de difficultés, si ce n'est sur l'embranchement de Brünn, où il a fallu mettre la voie à l'abri des inondations et franchir quelques vallées transversales

sur des viaducs d'une grande longueur. Les travaux d'art ont été construits pour deux voies, mais on n'a placé qu'un seul cours de rails, excepté sur la première section, longue de 30^{km}. La pose de la seconde voie ne tardera pas à devenir nécessaire.

Les pentes sont très-favorables et ne dépassent pas 3^{mm},3 par mètre, même au passage de la ligne de faite qui sépare le bassin du Danube de celui de l'Oder; mais on rencontre des courbes de 570 mètres de rayon.

5° *Chemins de fer de l'État.* — Le gouvernement autrichien s'est réservé le soin de prolonger vers les extrémités de l'Empire les chemins de fer commencés par deux compagnies dans la direction du nord au sud. Les difficultés d'exécution à travers des pays montagneux auraient sans doute fait reculer pendant longtemps l'industrie privée devant une entreprise aussi coûteuse. Le gouvernement a compris en outre quel puissant moyen d'action il se ménageait, en restant maître des chemins de fer, pour le développement industriel du pays et pour le maintien de son autorité.

Un décret impérial a décidé, au mois de décembre 1841, l'exécution aux frais de l'État du chemin de fer de Vienne à Trieste, et le prolongement du chemin de fer du Nord vers Prague. Dès-lors

toutes les ressources disponibles ont été appliquées à l'achèvement de cette grande ligne diagonale, qui intéresse au plus haut degré non-seulement l'Autriche, mais encore toute l'Allemagne, à qui elle livre un débouché sur la Méditerranée et une communication directe avec le Levant.

La ligne de Trieste emprunte dans toute son étendue le chemin de Vienne à Gloggnitz, franchit entre cette ville et Murzzuschlag le Semmring, et descend la vallée de la Mur, dans un défilé très-accidenté, au milieu des Alpes styriennes; elle aboutit ensuite à Grätz, capitale de la Styrie. A partir de cette ville elle se dirige vers Marburg et Cilli, et arrive à Laibach après avoir franchi deux faîtes secondaires, étroits et d'un passage difficile. De Laibach à Trieste, elle surmonte les Alpes Juliennes, mais jusqu'ici le choix du tracé n'a pas été fait; il est probable qu'il sera reporté vers l'ouest par Idria, Görz et Monfalcone; on profitera de ce détour pour abréger le trajet de Laibach à Venise et Milan.

En attendant la solution des difficultés relatives au Semmring, on a construit la section de Murzzuschlag à Grätz, longue de 95^{km}; elle a été livrée à la circulation le 3 octobre 1844.

La direction des chemins de fer a fait un choix

définitif parmi les divers projets étudiés pour le passage du Semmring. La longueur totale du tracé de Gloggnitz à Murzzuschlag sera de 42^{km},5; les pentes seront limitées au maximum de 20^{mm} par mètre, qui sera du reste atteint sur presque toute l'étendue de ce parcours. Le rayon minimum des courbes est fixé à 190 mètres. Sur la section de Murzzuschlag à Grätz, la pente maximum est de 7^{mm},7 par mètre, et le rayon minimum des courbes de 285 mètres. La longueur totale du chemin de Gloggnitz à Trieste sera d'environ 520 kilomètres.

La ligne de Prague s'embranche sur le chemin du Nord en deux points différents. Les deux branches se réunissent à peu près au tiers de la distance, entre Ollmütz et Prague. Le gouvernement ne s'est décidé à s'écarter des routes de terre, qui réunissent Vienne et Prague, qu'après avoir constaté d'énormes difficultés d'exécution dans la ligne directe. En adoptant cette solution, on a du reste abrégé la longueur du chemin d'Ollmütz à Prague, destiné à relier les provinces du nord-est avec la Bohême.

La longueur totale des chemins de fer de Prague est :

d'Ollmütz à Prague.	251 kil.
de Brünn à l'embranchement sur le chemin d'Ollmütz.	92
Total.	<u>343</u>

Le rayon minimum des courbes est fixé à 284^m, et la pente maximum à 6^{mm},7 par mètre. L'exécution de ce chemin, malgré les nombreuses difficultés et l'importance des travaux d'art, a marché avec une grande rapidité; l'inauguration de la ligne d'Ollmütz à Prague a eu lieu le 20 août 1845.

Le gouvernement autrichien a conclu, le 15 août 1842, un traité avec la Saxe pour l'exécution d'un chemin de fer de Prague à Dresde, par la vallée de l'Elbe; il s'est engagé pour sa part à construire ce chemin à ses frais dans le délai de huit années. Les travaux sont commencés depuis peu. Cette ligne, assujettie à suivre toutes les sinuosités de la coupure profonde à travers laquelle l'Elbe a frayé son passage, sera très-tourmentée. Le maximum des pentes est fixé à 10^{mm} par mètre, et le rayon minimum des courbes à 285 mètres.

La longueur de ce chemin sur le territoire autrichien est d'environ 121 kilomètres.

Le chemin de Vienne aux frontières de Bavière sera construit en prolongement de l'embranchement de Stockerau, du chemin du Nord; il passera par Linz et Salzburg. Il repassera le Danube à moitié distance de Linz et Vienne. On annonce le commencement des travaux pour la campagne prochaine.

Le gouvernement autrichien a imprimé pareillement une grande activité à la construction des chemins de fer en Italie. La Hongrie pousse vivement la construction de son grand chemin de fer central de Pesth à Vienne, sur la rive droite du Danube. Ces diverses provinces de l'empire d'Autriche ne faisant pas partie de l'Allemagne, l'examen de ces chemins sortirait du cadre de ce travail.

6° Chemin de fer de jonction dans la ville de Vienne. — Le chemin de fer de Gloggnitz et le chemin de fer du Nord, dans les gares desquels viendront se concentrer tous les arrivages du nord et du sud, se trouvent à deux extrémités opposées de Vienne. On a projeté depuis longtemps de les réunir par un chemin de fer tracé dans l'intérieur de la ville; les rails seront placés dans le pavé des rues et sur les bords du canal, ou sur des terrains non bâtis, mais dans tous les cas au niveau du sol. Le service sera fait par des chevaux. Ce chemin de jonction mettra la douane, devant laquelle il passe, en communication avec tous les chemins de fer. Son tracé n'est pas encore déterminé, mais on s'occupe activement des études, et les travaux ne tarderont pas à être exécutés. Son développement total sera d'environ 4,500 mètres.

§ 5. — MONARCHIE PRUSSIENNE. — PROVINCES A L'EST
DU WESER.

L'exécution des chemins de fer dans les provinces de l'ancienne Prusse et dans la Silésie a présenté des facilités très-grandes dont on a profité pour multiplier les lignes, quelquefois sans motifs d'utilité bien caractérisés. Le sol est uni, entrecoupé de vallées généralement peu profondes ; le terrain n'a souvent qu'une faible valeur, de telle sorte que les frais de premier établissement y ont été généralement peu considérables. Dans les provinces du Rhin, et surtout dans la Westphalie, on rencontre des difficultés nombreuses qui ont retardé l'essor des voies de communication à grande vitesse.

Le gouvernement prussien a constamment résisté à la tendance des gouvernements allemands à construire les chemins de fer à leurs frais ; il a soutenu les compagnies par des prêts, des prises d'actions, des garanties d'intérêt, sans se départir dans aucun cas du principe d'exécution et de l'exploitation par l'industrie privée. Il est juste de remarquer que jusqu'ici la Prusse n'a vu entreprendre que des chemins d'une construction très-économique ou d'une grande importance commerciale.

1° *Chemin de fer de la Haute-Silésie.* — Cette

entreprise a été projetée en 1836, époque à laquelle on remarque en Allemagne, comme dans le reste de l'Europe, une disposition générale des esprits en faveur de ces voies de communication nouvelles. Néanmoins sa réalisation ne date que de l'année 1841; la concession remonte au 25 mars, et le commencement des travaux à la fin de cette même année. Cette ligne, partant de Breslau, devait passer à Oppeln et traverser les districts houillers et métallurgiques de la haute Silésie pour se rattacher, vers les confins de la république de Cracovie, au chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand. Cette dernière partie du tracé a été modifiée; elle se dirigera presque en ligne droite vers Cracovie, et la communication avec le chemin de fer autrichien s'établira directement par un embranchement dont il sera question plus loin.

Le chemin a été livré à la circulation dans toute l'étendue de sa première section, de Breslau à Oppeln, sur 81^{km}, le 23 mai 1843. Les travaux d'Oppeln à la frontière, commencés peu de temps après, seront terminés prochainement. Le chemin de fer de la haute Silésie établira ainsi une communication directe entre Cracovie, Breslau, Francfort-sur-l'Oder, Berlin et Hambourg, en traversant le plus grand centre d'industrie minérale de la Prusse. La longueur totale sera de 205 kilomètres. Le prolongement sur Cracovie est concédé à la même

compagnie. Les terrains et quelques travaux d'art seulement ont été préparés pour recevoir deux voies; mais la seconde voie se pose déjà au delà d'Oppeln et ne tardera pas à l'être sur la première section.

2° *Chemin de fer de Guillaume.* — Cette ligne, concédée le 10 mai 1844, et dont les travaux doivent être terminés à la fin de l'année 1845, s'embrancher près de Kosel sur le chemin de fer de la haute Silésie, et suit l'Oder jusqu'à la frontière d'Autriche, où il se raccorde avec le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand. Vers le printemps de l'année 1846 il établira une communication non interrompue entre Vienne et Berlin.

3° *Chemin de fer de Brieg à Neisse.* — Cet embranchement du chemin de la haute Silésie, dont les travaux doivent être actuellement en activité, est destiné à relier avec Breslau la forteresse de Neisse, qui, indépendamment de son importance militaire, est pour son commerce et sa population, la seconde ville de la province.

4° *Chemin de fer de Breslau à Freiburg et Schweidnitz.* — Cette ligne se bifurque vers son extrémité pour aboutir aux deux villes de Schweidnitz et de Freiburg, centres principaux des districts manufacturiers et houillers qui se trouvent vers la

limite sud de la province, au pied du Riesen-gebirge. La longueur totale de ce chemin est de 68^{km},3. Les conditions du tracé sont favorables. Le rayon minimum des courbes est de 1,000 mètres et la pente maximum de 5^{mm} par mètre. On n'a construit qu'une seule voie, les terrains seulement ont été achetés pour deux voies. La ligne principale a été mise en exploitation le 28 octobre 1843, et l'embranchement le 21 juillet 1844.

La compagnie concessionnaire de ce chemin de fer étudie de nouveaux embranchements, pour donner à son entreprise toute l'extension dont elle est susceptible. L'un établirait une communication directe avec l'Oder et la ville de Liegnitz, pour les produits des manufactures qui avoisinent Freiburg et Schweidnitz; l'autre serait dirigé de Schweidnitz à Frankenstein, vers la frontière d'Autriche.

5° *Chemins de fer de la basse Silésie et de la Marche.* — La compagnie désignée sous ce nom est concessionnaire d'une ligne principale dirigée de Breslau à Francfort-sur-l'Oder, et d'un embranchement dirigé par Görlitz à la rencontre du chemin de fer saxon-silésien, ou de Dresde à Görlitz. Il établit une communication directe entre Breslau et Berlin d'une part, et Dresde de l'autre. Ces chemins présentent partout de grandes facilités d'exécution. Les travaux, commencés en août 1843, sont

déjà assez avancées pour qu'il ait été possible de livrer à la circulation la première section de Breslau à Liegnitz, le 18 octobre 1844. La distance de Breslau à Francfort est de 278^{km}, et du point d'embranchement à Görlitz de 29^{km}.

La compagnie des chemins de fer de la basse Silésie et de la Marche a fait l'acquisition du chemin de fer de Francfort à Berlin, ce qui met entre ses mains la ligne entière de Berlin à Breslau, sur une longueur totale de 369^{km}.

Au chemin de Breslau à Francfort et Berlin se rattache un embranchement de 68^{km} de longueur, destiné à relier les villes de Soran, Sagan, Sprottau et Glogau; l'exécution en sera très-prochaine. Le gouvernement a refusé, momentanément, d'autoriser la construction d'un chemin dirigé de Liegnitz à Glogau, avec prolongement ultérieur sur Posen; il a pensé que l'utilité de ce chemin n'était pas assez grande pour laisser détourner de ce côté des capitaux qui pouvaient trouver ailleurs un emploi plus fructueux; d'autres projets plus récents le rendent maintenant inutile.

Enfin, on étudie en ce moment un projet, dont la réalisation aura lieu tôt ou tard, pour l'établissement d'un chemin de fer s'embranchant à Guben, sur le chemin de la basse Silésie, et à Riesa, sur le chemin de Leipzig à Dresde.

6° *Chemins de fer du grand-duché de Posen.*
— Les provinces de Prusse et du grand-duché de Posen n'ont pas encore été dotées de voies de communication rapides. Malgré l'importance des trois villes de Posen, Danzig et Königsberg, la grande distance qui les sépare les unes des autres et de la capitale de la monarchie, et l'absence de villes intermédiaires assez peuplées, ont détourné jusqu'ici les capitalistes de la construction des chemins de fer dans ces provinces. Le gouvernement intervient sans doute pour hâter l'exécution de ces lignes, qui sont d'une grande importance politique.

D'après les nouvelles les plus récentes, le réseau des chemins de fer que ces provinces attendent se composerait : d'une ligne directe de Berlin à Königsberg, atteignant Danzig par un embranchement de peu de longueur; d'une ligne transversale et oblique à la précédente, de Stettin à Posen, mettant la première de ces deux villes en communication avec Danzig et Königsberg, la seconde avec Posen. On construirait en outre une ligne de Posen à Glogau, avec embranchement sur Breslau, mettant Posen en relation indirecte avec Francfort, et directe avec Breslau et l'Autriche.

7° *Chemin de fer de Berlin à Francfort-sur-l'Oder.*
— Ce chemin est un des plus intéressants pour l'étude; on y retrouve dans tous ses détails l'applica-

tion du matériel américain; il se distingue en outre par la bonne tenue et la régularité de toutes les parties du service. Bien que les premiers projets pour l'établissement de cette ligne remontent à l'année 1835, ce n'est qu'en 1840 qu'une compagnie se constitua pour les mettre à exécution; les travaux n'ont été commencés que le 1^{er} juin 1841. L'inauguration sur toute la longueur du chemin a eu lieu le 23 octobre 1842. Le tracé a présenté de grandes facilités dans toute son étendue, si ce n'est au passage du faite qui sépare l'Oder de la Sprée, où il a fallu faire une tranchée profonde: pour franchir ce faite, on a porté l'inclinaison jusqu'à 8^{mm},87 par mètre. Les courbes sont toutes à grands rayons. La distance de Berlin à Francfort est de 81^{km}. L'exploitation se fait sur une seule voie.

L'exécution du chemin direct de Berlin à Königsberg, et du chemin transversal de Posen à Stettin, enlèvera au chemin de Francfort une partie du trafic sur lequel avaient pu compter ses fondateurs; mais il conservera toujours une circulation très-active de voyageurs et de marchandises. La compagnie des chemins de fer de la basse Silésie et de la Marche a conclu, ainsi que je l'ai déjà dit, un marché pour l'achat du chemin de Berlin à Francfort; elle rembourse les actions au taux d'intérêt de 7 pour 100 ou à 62 1/2 pour 100 de prime, cours le plus élevé qu'elles aient atteint.

8° *Chemin de fer de Berlin à Stettin et embranchement de Stettin à Stargard.* — Ce chemin, commencé au printemps de 1841, n'a pu être livré en totalité à la circulation que le 15 août 1843; sa longueur, jusqu'à Stettin, est de 134^{km},5. La compagnie qui l'a construit a obtenu des états provinciaux de Poméranie une garantie d'un minimum d'intérêt de 4 pour 100 pour une partie de son capital. Les terrains ont été achetés et les principaux travaux ont été exécutés pour deux voies, mais une seule a suffi jusqu'ici pour l'exploitation. Stettin étant le port de Berlin sur la mer Baltique, ce chemin de fer a nécessairement une assez grande importance commerciale.

L'embranchement de Stettin à Stargard, actuellement en construction, a été entrepris par la compagnie en vue d'un prolongement ultérieur sur Danzig et Königsberg; si ce projet ne se réalise pas, par suite de l'adoption du tracé direct de Berlin à Königsberg, la compagnie trouvera un dédommagement dans la construction du chemin transversal de Stargard à Posen, qui mettra le port de Stettin en communication directe avec le duché de Posen et la haute Silésie. La longueur de cet embranchement est de 37^{km}.

9° *Chemin de fer de Berlin à Stralsund.* — La concession de cette ligne, passant par Neu-Stréltz,

et longue de 226^{km}, a été ajournée par un rescript ministériel, malgré son importance et les facilités d'exécution que présentent les pays qu'elle traverse. Le gouvernement modère l'ardeur des spéculateurs, pour prévenir la gêne momentanée que produirait dans le commerce et l'industrie le détournement des capitaux.

10° *Chemin de Berlin à Hambourg.* — L'exécution de ce chemin de fer, qui se développe sur le territoire de la Prusse, du Mecklembourg-Schwerin, du Danemark et des villes anséatiques de Lübeck et Hambourg, a donné lieu à un traité conclu, le 8 novembre 1841, entre ces divers états. Sa longueur est de 271 kilomètres jusqu'à Bergedorf, où il emprunte la voie du chemin de fer de Hambourg à Bergedorf. La compagnie a traité avec l'administration de ce chemin pour prendre en main l'exploitation et assurer la continuité du service. Le chemin est parallèle à l'Elbe sur les deux tiers de sa longueur, mais il en est toujours distant de plusieurs kilomètres; il atteindra ce fleuve au moyen de deux embranchements, l'un sur Wittemberg, où vient aboutir un chemin projeté pour mettre Magdebourg et Leipzig en communication avec Hambourg; l'autre sur Lauenburg, capitale du petit duché du même nom appartenant au Danemark. Les travaux n'ont été commencés qu'en 1844.

11° *Chemin de fer de Berlin à Potsdam et Mag-*

debourg. — Le chemin de Potsdam est le second chemin de fer à locomotives établi en Allemagne ; il a été livré à la circulation le 30 octobre 1838. Sa longueur est de 26^{km},3. Il n'a servi jusqu'ici qu'au transport des voyageurs entre Berlin et la résidence royale de Potsdam, qui attire chaque année une grande affluence de promeneurs. Il vient d'être acheté par la compagnie concessionnaire du chemin de fer de Magdebourg à Potsdam, qui rembourse aux actionnaires le double de la valeur de leur capital, au moyen d'obligations à 4 pour 100 d'intérêt, et prend à sa charge les anciennes obligations de la compagnie. La longueur totale du chemin de Berlin à Magdebourg sera de 145^{km},5; la distance que parcourent les voyageurs sur le chemin d'Anhalt et sur celui de Magdebourg à Leipzig est de 218 kilomètres. Ce nouveau chemin procurera donc un raccourcissement de 73 kilomètres pour les communications de Berlin avec les provinces de l'ouest, la Belgique et la France. La construction du chemin de Potsdam a été très-facile ; celle du prolongement ne présentera de difficultés que pour le passage de l'Elbe et l'entrée dans les fortifications de Magdebourg.

12° *Chemin de fer d'Anhalt.* — Ce chemin traverse à son extrémité le territoire des trois duchés d'Anhalt-Bernburg, d'Anhalt-Dessau et d'Anhalt-Köthen, et se termine à Köthen, où il s'embranch

sur le chemin de Magdebourg à Leipzig. La concession date du mois d'avril 1839, et la totalité de la ligne, longue de 152 kilomètres, a été livrée tout entière à la circulation le 10 septembre 1841. Le tracé de ce chemin se trouve dans des circonstances très-favorables ; les pentes ne dépassent pas 3^{mm},3 par mètre, et le rayon des courbes ne descend pas au-dessous de 1,130 mètres ; les travaux d'art et les terrassements sont préparés pour deux voies, mais la seconde voie n'est placée que sur 18^{km} de longueur. L'assemblée générale des actionnaires a voté, en 1844, les fonds nécessaires pour l'achèvement de cette seconde voie sur toute l'étendue de la ligne. Plusieurs villes et les ducs d'Anhalt ont fait à la compagnie l'abandon gratuit des terrains.

La même assemblée a décidé l'établissement d'un embranchement dont la concession fait partie de son privilège, de Jüterbogk à Riesa, point situé sur le chemin de fer de Leipzig à Dresde, à moitié distance de ces deux villes. Cet embranchement complètera une ligne de communication directe entre Berlin, Dresde et la Bohême. Le chemin d'Anhalt perdra une grande partie de son trafic par la concurrence du chemin de Berlin à Magdebourg ; mais une compensation lui est préparée par le chemin de fer de la Thuringe, qui complètera dans sa direction une grande ligne de communication entre Berlin et Francfort-sur-le-Main.

Un embranchement du chemin d'Anhalt réunira prochainement les deux capitales des duchés d'Anhalt-Köthen et d'Anhalt-Bernburg.

13^e *Chemin de fer de Magdebourg à Leipzig.* — Cette ligne, projetée comme beaucoup d'autres en 1835, n'a été concédée que le 13 novembre 1837, et mise en exploitation sur toute sa longueur que le 3 janvier 1843. Elle traverse les duchés d'Anhalt-Köthen et Dessau, où elle rencontre le chemin d'Anhalt, et se prolonge sur une longueur de 11^{km},5 sur le territoire saxon; sa longueur totale est de 118^{km},3. La partie saxonne de ce chemin appartient à la compagnie du chemin de fer de Leipzig à Dresde; mais elle a été construite et elle est exploitée à forfait par la compagnie prussienne. Son exécution a été d'une extrême facilité; l'importance du trafic a nécessité la pose immédiate de la double voie. L'entrée du chemin dans la forteresse de Magdebourg a présenté de très-grandes difficultés: pour ne pas laisser la station à une grande distance de la ville, il a fallu la placer au pied des remparts qui dominant le cours de l'Elbe, et conquérir sur le fleuve une partie de son emplacement. Les ateliers se trouvent rejetés à 3 kilomètres de la gare.

Le chemin de Magdebourg à Hambourg n'est encore qu'à l'état de projet; mais on peut compter sur son exécution prochaine, car il sera nécessaire

pour compléter une grande ligne de communication directe entre Hambourg, la Saxe, la Bohême, l'Autriche et Trieste. Il suivra la rive gauche de l'Elbe jusqu'à Wittemberg, où il passera sur la rive droite, pour s'embrancher sur le chemin de Berlin à Hambourg.

14° *Chemin de Magdebourg à Halberstadt.* — Cette ligne, qui pourrait prendre le nom de chemin de fer de Magdebourg à Brunswick, avec embranchement sur Halberstadt, forme, sur les deux tiers de la longueur environ, un tronçon de la grande ligne dirigée de Berlin à Cologne, par Hannovre; elle se termine, après un parcours de 58^{km},7 à Halberstadt, ville de 17,000 habitants, située au pied des montagnes du Harz. Elle prend son origine dans la gare du chemin de Magdebourg à Leipzig, et l'exploitation est faite, pour le compte de la compagnie, par l'administration de ce chemin. Le chemin de Brunswick s'embranché à Oschersleben, à 38^{km},4 de Magdebourg; il a été construit en entier, y compris la partie comprise sur le territoire prussien, par le gouvernement de Brunswick.

Il resterait à mentionner ici, pour compléter la statistique des chemins de fer exécutés en Prusse, dans les provinces à l'est du Weser, le chemin de la Thuringe, qui s'embranché à Halle sur le chemin de Magdebourg à Leipzig, pour se diriger par

Weimar et Gotha, vers Cassel et Francfort-sur-le-Main ; mais comme il n'est tracé, sur le territoire prussien, que dans une petite partie de sa longueur, il en sera question plus loin.

§ 6. — POSSESSIONS DE LA MAISON DE SAXE.

A. Royaume de Saxe et duché de Saxe-Altenburg.

1^o *Chemin de fer de Leipzig à Dresde.* — La compagnie qui a construit ce chemin s'est formée dès l'année 1833 sous l'inspiration du consul des États-Unis, Fr. Litz ; elle n'a commencé ses travaux qu'en mars 1836. L'inauguration sur toute la longueur a eu lieu le 7 avril 1839. La longueur totale de Leipzig à Dresde est de 114^{km},6. Les difficultés d'exécution ont été plus grandes que sur la majeure partie des chemins de fer allemands. C'est sur ce chemin qu'on rencontre le premier tunnel creusé en Allemagne. Les pentes ne dépassent pas le maximum de 5^{mm} par mètre, les courbes le minimum de 1138 mètres, si ce n'est à l'arrivée dans la gare de Leipzig, où se trouve une courbe de 395 mètres. Ce chemin est à double voie sur toute sa longueur. Il croise à niveau plusieurs routes royales. C'est sur ce chemin qu'a pris naissance un système très-simple pour l'expédition des voyageurs et des marchandises, qui a été généralement adopté sur les autres chemins de fer allemands. Je le décrirai en détail au chapitre de l'exploitation.

Pour la partie du chemin de fer de Magdebourg à Leipzig, la compagnie concessionnaire de ce chemin l'a exécutée à forfait, moyennant la somme de 1,106,259 francs, non compris l'achat des terrains et la construction de la gare, dont la compagnie de Leipzig à Dresde est restée chargée; celle-ci recevra comme indemnité, pour la valeur de cette section établie à ses frais, 50 pour 100 de la recette brute annuelle produite par le parcours entre Leipzig et la frontière; ce marché est conclu pour toute la durée de la concession du chemin de Magdebourg.

2° *Chemin de fer Saxon-Silésien.* — Ce chemin, depuis longtemps projeté, est du plus haut intérêt pour les relations commerciales de Breslau et de Leipzig. Il a donné lieu à un traité spécial entre la Prusse et la Saxe, qui a réglé les conditions de son exécution. Il se relie à l'embranchement du chemin de fer de la basse Silésie et de la Marche à Görlitz. Il est concédé à une compagnie de capitalistes saxons qui pousse les travaux avec activité. Il se tient au pied des montagnes qui séparent la Saxe de la Bohême, et présente d'assez grandes difficultés d'exécution. La pente maximum est fixée à 7^{mm},1 par mètre; cependant il a fallu, pour monter du niveau de l'Elbe sur les hauteurs, adopter au départ des plans inclinés à 11^{mm},1, 15^{mm},4 et 18^{mm},2 par mètre de pente, le dernier sur une longueur d'environ 2 kilomètres. Les trains seront remorqués

sur ces rampes par deux machines à quatre roues accouplées. Le rayon minimum des courbes sera de 680 mètres. La longueur totale de Dresde à Görlitz est de 102^{km},5. A ce chemin se rattache un embranchement d'environ de 30 kilomètres de longueur, de Lobau à Zittau.

3° *Chemin de fer Saxon-Bohémien, ou de Dresde à Prague.* — L'acte de concession du chemin de fer de Leipzig à Dresde accordait à la compagnie l'autorisation de le prolonger jusqu'à la frontière de Bohême; mais elle a renoncé à profiter de son privilège. Les travaux viennent d'être commencés par le gouvernement. Le délai pour leur achèvement est fixé, par le traité conclu par l'Autriche et la Saxe, à l'année 1850. La longueur du parcours, sur le territoire saxon, sera de 55 kilomètres.

4° *Chemin de fer Saxon-Bavarois.* — Ce chemin aboutit à Hof, à la frontière de Bavière, où il se raccorde avec le chemin de fer de Nürnberg à Hof, construit par le gouvernement bavarois. Il complète une grande voie de communication, ouverte du nord-est au sud-est, de Leipzig à Nürnberg et au lac de Constance. Un traité conclu entre le roi de Saxe, le duc de Saxe-Altenburg et le roi de Bavière, garantit l'uniformité de la construction et du service. Le chemin bavarois n'est en exploitation, comme je l'ai dit, que de Nürnberg à Bamberg;

le chemin saxon, commencé le 1^{er} juillet 1841, est livré à la circulation depuis le 15 mars 1843 jusqu'à Krimmitschau, sur une longueur de 67 kilomètres. La distance de Leipzig à la frontière sera de 141 kilomètres. Cette ligne traverse le duché de Saxe-Altenburg, dont le souverain a concouru, avec le roi de Saxe, à faciliter la formation de la compagnie par une prise d'actions et une garantie d'intérêt.

Les terrassements et les travaux d'art ont été préparés pour recevoir deux voies; une seule a été posée, si ce n'est sur quelques kilomètres, à partir de Leipzig. Les difficultés d'exécution n'ont commencé qu'à partir d'Altenburg, au point où le chemin commence à s'engager dans les montagnes. Jusqu'à Krimmitschau, le maximum des pentes a été fixé à 5^m par mètre, et le rayon minimum des courbes à 793^m; les conditions du tracé seront moins favorables au delà. Les convois atteindront prochainement la station de Verdaù; au delà, les travaux sont en activité. La compagnie construit en outre un petit embranchement de 7^{km},5, de Verdaù à Zwickau, pour atteindre les mines de houille de l'Erzgebirge.

5° *Chemins de fer de l'Erzgebirge.* — Il reste à mentionner en Saxe deux chemins de fer destinés à mettre le district manufacturier de l'Erzgebirge et

sa capitale Chemnitz, d'une part avec le bassin houiller de Zwickau et le chemin de fer saxon-bavarois, de l'autre avec l'Elbe et le chemin de Leipzig à Dresde. Cette ligne, dont le développement total est de 115^{km}, abrégera le trajet de Berlin en Bavière. En raison des difficultés que présente le terrain, on s'est arrêté aux limites de 12^{mm},5 par mètre et de 400 mètres, pour les pentes et le rayon des courbes.

B. Grand-duché de Saxe-Weimar, duché de Saxe-Cobourg-Gotha, duché de Saxe-Meiningen-Hildburghausen.

1° *Chemin de fer de la Thuringe.* — On s'est beaucoup occupé de cette ligne en Allemagne, à cause de son importance et à cause des difficultés d'exécution. Elle suit la route de terre la plus fréquentée de toute l'Allemagne, de Leipzig à Francfort. La construction de ce chemin a donné lieu à un premier traité entre la Prusse, les trois duchés de Saxe et le gouvernement de la Hesse-Électorale, le 20 décembre 1841. Les points principaux du tracé, Halle, Weimar, Erfurt, Gotha, Eisenach et Cassel, ont été déterminés par ce traité. Le gouvernement hessois s'est engagé à exécuter à ses frais, ou à faire exécuter par une compagnie, la partie située sur son territoire, et de plus à le prolonger au delà de Cassel jusqu'au chemin de Minden à Cologne. Par un nouveau traité en date du 19 avril 1844, les trois autres gouvernements se sont réunis

pour concéder à une seule compagnie toute la ligne de Halle à Gerstungen (frontière de la Hesse), sur une longueur de 185 kilomètres. Les travaux sont en pleine activité, et une partie du matériel est déjà commandée.

2° *Chemin de fer du Haut-Weser.* — Le 5 juin 1845, un traité a été conclu entre le roi de Bavière, le grand-duc de Saxe-Weimar, le duc de Saxe-Meiningen et le duc de Saxe-Cobourg, pour l'exécution d'un chemin de fer qui, s'embranchant à Lichtenfels, sur le chemin de Nürnberg à Hof, se dirigera par les résidences de Cobourg, Hildburghausen et Meiningen, sur Gerstungen, point de raccordement des deux parties du chemin de fer de la Thuringe. Cette ligne rétablira une communication fort utile dans la direction des routes anciennement suivies par le commerce, de Brême vers Nürnberg et le sud.

§ 7. — ROYAUME DE HANNOVRE. — DUCHÉ DE BRUNSWICK.

Ces deux États, dont les possessions sont enchevêtrées les unes dans les autres, ont écarté par des traités spéciaux les difficultés que cet état de choses pouvait présenter pour la construction des chemins de fer; ils ont, du reste, exclusivement adopté le

système de construction et d'exploitation aux frais de l'État.

1° *Chemin de Brunswick à Harzburg.* — Ce chemin, construit pour conduire dans le Harz les nombreux promeneurs qui visitent chaque année le Brocken, et pour amener dans le bas pays des matériaux de construction, a été commencé en 1838 et livré à la circulation sur toute sa longueur en octobre 1841. En abordant les montagnes du Harz, à partir de la station de Wienenburg, il présente des rampes dont l'inclinaison croît jusqu'à 21^{mm},7 par mètre. Le service, monté d'abord avec des chevaux, sur cette dernière partie, se fait maintenant avec succès au moyen de machines à six roues accouplées sorties des ateliers de Stephenson. La longueur totale de ce chemin est de 45^{km},6. A partir de la station de Wolfenbüttel, où s'embranché la ligne de Magdebourg, il est construit pour recevoir une voie seulement.

2° *Chemin de fer de Brunswick à Magdebourg.* — Ce chemin forme un tronçon de la grande ligne de Berlin à Cologne; il s'embranché d'une part sur le chemin de Magdebourg à Halberstadt, à Oschersleben, de l'autre sur le chemin de Brunswick à Harzburg, à Wolfenbüttel. La longueur entre ces deux points est de 53^{km},2; la distance de Wolfenbüttel à Brunswick est égale à 11^{km},8. On n'a posé

jusqu'à présent qu'une seule voie, quoique les terrassements soient préparés pour en recevoir deux. Les rails sont posés partout au niveau du sol.

3° Chemin de fer de Brunswick à Hannovre. — Cette ligne a été établie à frais communs par les deux gouvernements, proportionnellement à la longueur du parcours sur chaque territoire. La longueur totale est de 59^{km},2. Les difficultés d'exécution sont nulles. La station de Brunswick est une station de tête, et le chemin de Hannovre en repart au moyen d'un rebroussement. La ligne entière n'a été livrée à la circulation que le 19 mai 1844.

4° Chemins de fer en construction. — Le gouvernement hanovrien imprime une grande activité à la construction de son réseau de chemins de fer; plusieurs lignes, indépendamment de celle de Hannovre à Brunswick, sont en cours d'exécution : 1° de Hannovre à Minden pour compléter la communication entre les deux parties isolées de la Prusse; 2° de Lehrte à Hildesheim, et de Lehrte à Harbourg (sur l'Elbe en regard de Hambourg), par Celle et Lüneburg; 3° de Hannovre à Brême, s'embranchant à Wunsdorf sur le chemin de Minden. La section de Lehrte à Celle sera prochainement inaugurée. On compte pour la longueur :

1° du chemin de Hannovre à Minden.	59 ^{km} ,2
2° de l'embranchement de Wunsdorf à Brême.	81 ^{km} ,5
3° du chemin de Hildesheim à Har- burg.	180 ^{km} ,7
Total.	<hr/> 321 ^{km} ,4

Tous ces chemins, tracés dans un pays plat, ne présentent aucune difficulté d'exécution sérieuse.

Pour compléter le réseau, le gouvernement fait étudier un chemin de Hannovre à Göttingen, qui formerait le prolongement du tronçon de Lehrte à Hildesheim. Des études semblables ont été faites pour les provinces occidentales d'Osnabrück et de l'Ostfriesland.

Le chemin de Brême à Hambourg, dont la construction est également à l'ordre du jour, n'ayant pas un intérêt national, quoiqu'il soit presque en entier tracé sur le territoire du Hannovre, ne sera sans doute pas exécuté par le gouvernement de ce pays, qui laissera le soin de cette entreprise aux deux grandes cités commerçantes qu'il intéresse.

§ 8. — VILLES LIBRES ANSÉATIQUES. — DUCHÉ DE HOLSTEIN
(DANEMARK). —

GRAND-DUCHÉ DE MECKLEMBOURG-SCHWERIN.

1° *Chemin de Hambourg à Bergedorf.* — Ce chemin, qui forme maintenant la tête de la ligne de Berlin à Hambourg, a été achevé et livré à la circulation le 17 mai 1842. Il est situé tout entier sur le territoire de la ville libre de Hambourg, et présente un développement de 15^{km}5, seulement. Par suite d'un traité conclu récemment, l'exploitation sur toute la ligne de Berlin à Hambourg sera faite par la compagnie concessionnaire du chemin prussien; la compagnie du chemin de Bergedorf posera la seconde voie, elle achèvera de tout mettre en état, et à partir du jour où le service sera complètement établi entre les deux points extrêmes, elle recevra 4 pour 100 du capital déboursé, et en outre pendant les quatre premières années 45 pour 100, et pendant les années suivantes 50 pour 100 de la recette brute effectuée sur le parcours de Hambourg à Bergedorf. Le capital nécessaire pour l'achèvement du chemin sera fourni par la ville de Hambourg au taux de 4 pour 100 d'intérêt.

2° *Chemins de fer du Mecklembourg-Schwerin.* La concession de ces chemins, comprenant un tronçon commun de Hagenow (sur le chemin de Berlin à

Hambourg) à Schwerin, et deux embranchements de Schwerin aux ports de Wismar et de Rostock, a été accordée le 18 mars 1844 à une compagnie locale subventionnée par l'État.

3° *Chemin de fer d'Altona à Kiel et embranchements.* — Ce chemin réunit les deux principaux ports du duché de Holstein, qu'il traverse en diagonale. Il a été livré à la circulation le 19 septembre 1844, sur sa longueur totale de 103^{km},7. La station d'Altona, placée sur une hauteur qui domine l'Elbe, sera mise en relation avec le port par un plan incliné dont la pente est de 154^{mm} par mètre, et sur lequel les wagons de marchandises seront remorqués par une machine fixe. Le chemin est à une voie, avec terrassements et travaux d'art pour deux voies.

Au chemin d'Altona à Kiel se rattachent plusieurs embranchements d'intérêt local : 1° d'Elmshorn à Glückstadt en construction, avec prolongement concédé de Glückstadt à Heide; 2° de Neumunster à Rendsburg; et 3° de Kiel à Lübeck. Ce dernier est plutôt un chemin spécial prenant son origine à Kiel même qu'un embranchement.

§ 9. — ÉTATS DE LA MAISON DE HESSE. —
VILLE LIBRE DE FRANCFORT-SUR-LE-MAIN. — DUCHÉ
DE NASSAU.

1° *Chemin de fer du Nord de Frédéric-Guil-*

laume. — Cette ligne, concédée à une compagnie, forme le prolongement du chemin de fer de la Thuringe; elle franchit le faite qui sépare le Weser de la Fulde, suit jusqu'à Cassel le cours de cette rivière, et s'étend au delà de Cassel jusqu'à la frontière de Prusse. La concession est perpétuelle; le gouvernement s'est réservé seulement la faculté de rachat après trente années d'exploitation. La portion de ce chemin située au delà de Cassel servira plus tard à rattacher le chemin de la Thuringe et le chemin du haut Weser au chemin de Minden à Cologne. Les travaux commenceront avant la fin de l'année 1845.

2° *Chemin de fer du Main au Weser, ou de Cassel à Francfort.* — Ce chemin sera exécuté aux frais des gouvernements de la Hesse électorale, du grand-duché de Hesse et de la ville libre de Francfort. Un traité conclu le 16 mai 1845 règle toutes les mesures relatives à la construction et à l'exploitation en commun. Il traverse la haute Hesse et passe par les villes de Marburg et de Giessen. Les travaux sont en pleine activité. On a donné à cette ligne, pour relier Cassel avec Francfort, la préférence sur un tracé par Fulde plus direct, mais traversant un pays plus accidenté et moins peuplé; néanmoins on exécutera sans doute plus tard cette seconde ligne pour abréger la distance entre Berlin et Francfort.

3° *Chemin de fer du Main au Neckar.* — Un

traité en date du 25 février 1843, conclu entre la ville libre de Francfort, le grand-duché de Hesse-Darmstadt et le grand-duché de Bade, a pourvu à l'exécution de ce chemin, qui forme le prolongement jusqu'à Francfort de la grande ligne tracée sur le territoire badois, parallèlement au Rhin, depuis les portes de Bâle jusqu'à Mannheim. Les travaux sont exécutés par chaque gouvernement sur son territoire, d'après un plan arrêté à l'avance, et l'exploitation sera faite en commun. La première section, de Francfort à Darmstadt, sera prochainement livrée à la circulation. La longueur est de 81^{km},5. Le tracé, dans la vallée du Rhin, présente les mêmes facilités que dans le grand-duché de Bade.

4° *Chemin de fer du Taunus, ou de Francfort à Wiesbaden.* — Ce chemin de fer, conduisant de Francfort à Wiesbaden par Kastel (faubourg de Mayence sur la rive droite du Rhin), a été commencé en 1838 et terminé en avril 1840. Deux embranchements s'en détachent, l'un de Wiesbaden à Biberick, exploité avec des chevaux, avec prolongement concédé en 1845 jusqu'à Rudesheim sur le Rhin; l'autre, dirigé de Höchst vers les bains de Soden, situés au pied du Taunus. La longueur totale du chemin principal est de 43^{km},4. Ce chemin est un des plus fréquentés de l'Allemagne. Il a été construit par l'ingénieur bavaois Denis.

La ville de Francfort possède encore deux petits

chemins de fer en construction pour le service de sa banlieue, l'un dirigé sur Offenbach, l'autre sur Hanau ; ce dernier deviendra la tête du chemin bava- rois de Nürnberg à Francfort.

5° Chemin de fer de Mayence à Ludwigshafen.

— On désigne sous ce nom un chemin tracé sur la rive gauche du Rhin, sur le territoire hessois, jus- qu'à la frontière de Bavière. La concession a été accordée à une compagnie. Ce chemin, prolongé par ceux de Spire à Lauterbourg et de Lauter- bourg à Strasbourg, sera l'un des tronçons d'une ligne tracée sur la rive gauche du Rhin, de Bâle à Mayence, en concurrence avec celle du grand- duché de Bade, et qui présentera par la moindre longueur, et surtout par l'uniformité de sa voie, quelques avantages sur celle de la rive droite.

§ 10. — MONARCHIE PRUSSIENNE. — PROVINCES A L'OUEST
DU WESER.

1° Chemin de fer du Weser au Rhin, ou de Min- den à Cologne. — Les premiers projets pour l'exé- cution de cette ligne, d'une très-grande importance politique pour la Prusse, remontent à l'année 1829. Une première compagnie, constituée en 1837, s'est dissoute en 1839; une seconde compagnie, formée en 1841, a reculé de même devant les difficultés de

l'entreprise. C'en est que le 18 décembre 1843, qu'une troisième compagnie, après avoir obtenu de nouveau la concession, a définitivement entamé les travaux. L'État lui a prêté son concours sous forme de prise d'actions et de garantie de minimum d'intérêt. On espère que le chemin sera livré en entier à la circulation dans le courant de l'année 1847. Il aboutit au Rhin à Duisburg, pour éviter les difficultés de terrain que présente le pays situé sur la rive gauche de la Ruhr, et pour établir avec une égale facilité les relations de l'Allemagne du nord avec Cologne et la Hollande. Il coupe à Dusseldorf le chemin de cette ville à Elberfeld. La longueur totale est de 284^{km}, 2, ou, en y comprenant deux petits embranchements, de 292^{km}, 5. C'est par ce chemin que s'établiront toutes les relations de Berlin et de l'Allemagne du nord avec la Prusse rhénane, la Hollande, l'Angleterre, la Belgique et la France.

Une compagnie s'est formée récemment à Berlin pour soumissionner la construction d'un embranchement de Lippstadt à la frontière de la Hesse électorale, à la rencontre du chemin de fer du Nord de Frédéric-Guillaume.

2° *Chemin de Düsseldorf à Elberfeld.* — Ce chemin de fer met en communication rapide avec le Rhin les villes manufacturières d'Elberfeld et de Barmen ; il a été commencé en 1837, et livré en en-

tier à la circulation le 3 septembre 1841. Sa longueur totale, en y comprenant une voie de service posée dans le sol de plusieurs rues entre la gare et le Rhin, est de 27^{km},9. Il présente, à moitié distance de ses deux extrémités, un plan incliné ayant une pente de 33^{mm},3 sur 2,448^m de longueur. Les convois descendent machine en tête et remorquent, au moyen d'un câble sans fin, les trains montants. Ce système, fort simple et fort économique, a été substitué, après quelques mois d'exploitation, à des machines fixes établies à grands frais. Sur les autres parties du chemin, on ne rencontre pas de pentes supérieures à 7^{mm},7 par mètre.

3° *Chemin d'Elberfeld à Dortmund.* — Cette ligne, d'un intérêt essentiellement local, est destinée à satisfaire aux besoins d'une population industrielle très-dense, groupée autour des villes d'Elberfeld et de Barmen. Son trafic principal consistera dans le transport des houilles des mines de la Ruhr. Il traverse un pays très-accidenté, ce qui a forcé à prendre pour maximum des pentes 10^{mm} par mètre. Il se rattache, à Dortmund, au chemin du Weser au Rhin, après un parcours sinueux de 60^{km} de longueur.

4° *Chemins de fer divers de la Westphalie.* — On compte en Westphalie et sur les bords de la Ruhr dix-sept chemins de fer d'exploitation pour les

houillères ; mais il ne rentre pas dans le cadre de ce travail de les décrire. Différentes lignes ont en outre été projetées dans les pays que traversent celles qui viennent d'être décrites : 1° de *Hamm à Munster* ; 2° de *Munster à l'Ems inférieure* ; 3° d'*Elberfeld à Cologne* ; 4° de *Barmen à Cologne*. Les concessions demandées au gouvernement ont été ajournées jusqu'à l'époque où l'achèvement des grandes lignes laissera des capitaux disponibles.

5° *Chemin de fer de Cologne à Amsterdam*. — La construction de cette ligne , en partie terminée sur le territoire hollandais , n'est pas encore commencée en Prusse. Des projets ont été soumis au gouvernement ; mais ils n'ont pas encore été suivis de concession.

6° *Chemin de fer de Bonn à Cologne*. — Ce chemin de fer , tracé dans la vallée du Rhin , n'a qu'un intérêt local. Le gouvernement a refusé jusqu'à présent à la compagnie l'autorisation de le poursuivre jusqu'à Coblenz. Sa longueur est de 29^{km},3. Il a été préparé pour recevoir deux voies ; mais , tant qu'il ne sera pas prolongé au loin , une seule voie suffira pour tous les besoins. Il pénètre dans l'intérieur de la ville à travers les fortifications. Il a été inauguré le 15 février 1844.

6° *Chemin de fer du Rhin*. — Ce chemin relie Cologne et le Rhin avec la Belgique et le port d'An-

vers. Il sert à l'introduction en Allemagne des fers et des fontes de la Belgique, d'une partie des denrées coloniales consommées dans les provinces rhénanes et dans celles du centre, et il est parcouru par les voyageurs qui partent d'Angleterre, de Belgique et de France pour visiter les bords du Rhin. La gare est provisoirement située en dehors des fortifications; on exécute actuellement les travaux nécessaires pour l'amener au centre de la ville, sur un terre-plein situé entre les remparts et le bord du fleuve. A Aix-la-Chapelle on remarque un plan incliné, desservi par des machines fixes, et dont la pente est de $26^{\text{mm}},3$ par mètre; sur le reste du chemin, la pente ne dépasse pas 5^{mm} par mètre. Le chemin, sur sa longueur totale de $85^{\text{km}},9$, jusqu'à la frontière de Belgique, n'a qu'une voie. Tous les terrassements n'ont pas encore été exécutés pour deux voies; mais l'activité croissante du trafic nécessitera prochainement l'établissement de la seconde voie. Les travaux n'ont été achevés, jusqu'à la frontière, qu'à la fin de l'année 1843; c'est le 15 octobre seulement que la communication a été établie, sans interruption, entre Cologne et le réseau des chemins de fer belges.

Ce chemin de fer, quoique incomplet, a déjà coûté près de 400,000 fr. le kilomètre. Le tracé a présenté de très-grandes difficultés, principalement entre Aix-la-Chapelle et la frontière de Belgique.

7° *Chemin de fer du Rhin à la Meuse.* — On désigne sous ce nom une ligne projetée de Dusseldorf à Sittard, point situé sur le territoire hollandais, non loin de Maëstricht. Son exécution, très-facile, n'a été retardée que par les délais apportés à la conclusion de la paix entre la Hollande et la Belgique. Elle établirait une communication directe entre les districts manufacturiers de la rive droite et de la rive gauche du Rhin et le port d'Anvers, elle formerait le prolongement naturel de la grande ligne du Weser au Rhin, vers la Belgique.

RÉSUMÉ.

Forme
du réseau.

Grandes
directions.

L'Allemagne a imprimé, ainsi qu'on vient de le voir, une grande activité à la construction de ses chemins de fer. La division du territoire entre un grand nombre d'États, et le relief du sol, qui présente dans la partie méridionale plusieurs chaînes de montagnes entrecroisées dans différentes directions, donnent au système des chemins de fer allemands la forme d'un véritable réseau à mailles irrégulières; ces mêmes causes influent sur la configuration des grandes lignes transversales, qui résultent du raccordement de plusieurs chemins indépendants les uns des autres. En jetant les yeux sur la carte, on distingue cependant quelques grandes directions

assez bien accusées, et prolongées souvent à d'énormes distances par les lignes des États voisins :

1° De Hambourg à Cracovie, avec prolongement dans la Gallicie jusqu'aux frontières de la Moldavie ;

2° De Stettin au lac de Constance, en Suisse ;

3° De Königsberg à Paris ;

4° De Brême à Vienne et vers la Hongrie ;

5° De Danzig à Trieste ;

6° De Kiel, par Hambourg, à Bâle et Marseille ;

7° De Vienne à Paris.

Il n'y a qu'un point où le système rayonnant, qui caractérise le réseau français, présente un développement remarquable, c'est à Berlin, d'où partent directement les chemins de Stettin, de Königsberg, de la Silésie, d'Anhalt, de Postdam et de Hambourg.

J'ai rassemblé dans le tableau ci-joint tous les chemins de fer en exploitation ou en construction ; dans cette dernière catégorie, j'en ai compris quelques-uns dont l'exécution est prochaine et dont les travaux seront sans doute commencés lorsque ce livre paraîtra. Dans la liste des chemins en construction, plusieurs longueurs ont été seulement mesurées sur une carte géographique, et présentent par suite quelque incertitude.

Tableau des
longueurs.

TABLEAU DES LONGUEURS DES CHEMINS DE FER D'ALLEMAGNE.

CHEMINS DE FER en EXPLOITATION.	LONGUEURS. kilom.	CHEMINS DE FER en CONSTRUCTION.	LONGUEURS. kilom.
GRAND-DUCHÉ DE BADÉ.			
Chemin de fer de l'État....	220,5	Chemin de fer de l'État....	62,2
ROYAUME DE WURTEMBERG.			
»	»	Chemin de fer de l'État....	30,0
ROYAUME DE BAVIÈRE.			
Chemins de fer		Chemins de fer	
de Nürnberg à Fürth.....	6,0	de l'État, Nord-Sud.....	386,0
de Munich à Augsbourg...	59,9	Palatin de Louis.....	412,5
de Nürnberg à Bamberg...	60,0	de Hombourg à Deux-Ponts.	10,0
d'Augsbourg à Donauwörth	37,0		
Total.....	462,9	Total.....	508,5
EMPIRE D'AUTRICHE.			
Chemins de fer		Chemins de fer	
de Budweis à Gmündén...	496,8	de Vienne à Gloggnitz....	46,9
de Prague à Lahna.....	57,0	du Nord de l'emp. Ferdi-	
de Vienne à Gloggnitz....	75,3	nand.....	95,0
du Nord de l'emp. Ferdi-		de Vienne à Trieste.....	425,0
nand.....	319,0	de Vienne à Prague.....	343,0
de Vienne à Trieste.....	95,0	de Prague à Dresde.....	421,0
Total.....	743,1	Total.....	1030,9
MONARCHIE PRUSSIENNE ET DUCHÉ D'ANHALT.			
Chemins de fer		Chemins de fer	
de la haute Silésie.....	81,0	de la haute Silésie.....	424,0
de Breslau à Freiburg....	68,3	de Guillaume.....	402,2
de la basse Silésie.....	64,8	de Brieg à Neisse.....	53,0
de Berlin à Francfort....	81,2	de la basse Silésie.....	242,0
de Berlin à Stettin.....	434,5	de Sorau à Glogau.....	68,0
de Berlin à Postdam.....	26,3	de Posen à Glogau.....	105,0
d'Anhalt.....	452,0	de Stettin à Stargard....	37,0
de Magdebourg à Lelpsig..	418,3	de Berlin à Hambourg....	274,0
de Magdebourg à Halber-		de Postdam à Magdebourg.	419,2
stadt.....	58,7	de Köthen à Bernburg....	47,0
de Dusseldorf à Elberfeld..	27,9	du Weser au Rhin.....	292,5
de Bonn à Cologne.....	29,3	de Lippstadt à Haueda....	90,0
Rhénan.....	85,9	d'Elberfeld à Dortmund..	60,0
		de Sarrebrück à Bexbach..	26,0
Total.....	928,2	Total.....	4606,9

CHEMINS DE FER en EXPLOITATION.	LONGUEURS.	CHEMINS DE FER en CONSTRUCTION.	LONGUEURS.
	kilom.		kilom.
POSSESSIONS DE LA MAISON DE SAXE.			
Chemins de fer de Leipzig à Dresde.....	114,6	Chemins de fer Saxon-Silésien.....	102,5
Saxon-Bavarois.....	67,0	de Lobau à Zittau.....	30,0
		de Dresde à Prague.....	55,0
		Saxon-Bavarois.....	74,0
		de Verdau à Zwickau.....	7,5
		de l'Erzgebirge.....	115,0
		de la Thuringe.....	185,0
Total.....	181,6	Total.....	569,0
HANNOVRE ET BRUNSWICK.			
Chemins de fer de Brunswick à Harzburg.....	45,6	Chemins de fer de Hannovre à Minden....	59,2
de Brunswick à Magdebourg.....	53,2	de Hannovre à Brême.....	81,5
de Brunswick à Hannovre.....	59,2	de Hildesheim à Harburg..	180,7
Total.....	158,0	Total.....	321,4
VILLES ANSÉATIQUES, HOLSTEIN, MECKLEMBOURG-SCHWERIN.			
Chemins de fer de Hambourg à Bergedorf.....	45,3	Chemins de fer de Hagenow, Schwerin et Rostock	75,0
d'Altona à Kiel.....	103,7	de Schwerin à Wismar....	30,0
		de Glückstadt à Elmshorn..	17,0
Total.....	149,2	Total.....	122,0
HESSE-CASSEL ET DARMSTADT, DUCHÉ DE NASSAU, FRANCFORT.			
Chemin de fer du Taunus..	43,4	Chemins de fer de Frédéric-Guillaume....	116,2
		du Main au Weser.....	165,0
		du Main au Neckar.....	91,5
		de Mayence à Ludwigshafen	52,0
		de Francfort à Offenbach..	7,5
		de Francfort à Hanau.	11,2
Total.....	43,4	Total.....	443,4

RÉCAPITULATION.

NOMS DES ÉTATS.	LONGUEUR DES CHEMINS DE FER		
	en exploitation.	en construction.	Totale.
	kilom.	kilom.	kilom.
Grand-duché de Bade.	220,5	62,2	282,7
Wurtemberg.....	»	30,0	30,0
Bavière.	162,9	508,5	671,4
Autriche.	743,4	4030,9	4774,0
Prusse et Anhalt.....	929,2	1606,9	2535,4
Saxe.....	181,6	569,0	750,6
Hannovre et Brunswick.	158,0	321,4	479,4
Villes anséatiques, Holstein, Mecklembourg. . .	119,2	122,0	241,2
Hesse, Nassau, Francfort.....	43,4	443,4	486,8
Totaux.....	2536,9	4694,3	7231,2

CHAPITRE II.

SYSTEME D'EXÉCUTION.

Règles générales. — § 1^{er}. *Construction et exploitation par l'État.* Bavière, Bade, Autriche. — Exploitation à ferme et en régie. — Traités entre les États voisins. — § 2. *Construction et exploitation par les compagnies.* Durée des concessions; droit de rachat, fixation des tarifs. — Parcours commun. — Concessions directes. — Législation en général. — Concours financier de l'État; système saxon, système prussien analogue au système d'amortissement variable proposé en France. — Intervention de l'État dans l'administration intérieure des compagnies. — Chemin de la Thuringe. — Actions et obligations

Les chemins de fer en Allemagne sont ou entièrement construits et exploités par l'État, ou construits et exploités par des compagnies. Celles-ci obtiennent souvent le concours financier des États ou des provinces traversés. On n'y retrouve pas le système d'exécution mixte, imaginé en France et connu sous le nom de *système de la loi du 11 juin 1842*.

Règles
générales.

La Prusse a toujours soigneusement évité d'intervenir dans la construction des chemins de fer, autrement que par des subventions accordées aux compagnies, pour des entreprises présentant un caractère d'utilité générale, et trop peu productives

pour payer l'intérêt des dépenses. La forme généralement adoptée par ce gouvernement est celle de la prise d'actions avec garantie d'un minimum d'intérêt.

§ 1. — CONSTRUCTION ET EXPLOITATION PAR L'ÉTAT.

Le grand-duché de Bade, le Wurtemberg, la Bavière, l'Autriche, le Hannovre, le Brunswick et les deux Hesses, ont adopté, soit exclusivement, soit partiellement, le système d'exécution et d'exploitation par l'État. Les gouvernements de ces pays ont été entraînés dans cette voie, soit par des motifs politiques ou d'utilité générale, soit par l'existence de grandes difficultés d'exécution qui ont fait reculer l'industrie privée. Ces divers États ont mis à la tête de ces entreprises des commissions spéciales composées d'hommes éminents choisis dans les diverses branches de l'administration publique, et désignés pour leurs études spéciales. Les ingénieurs, chargés de la construction et de l'exploitation, lorsqu'ils n'avaient pas acquis déjà, dans les travaux de l'industrie privée, des connaissances pratiques étendues, ont été envoyés en Angleterre, en Belgique, en France, et même aux États-Unis, pour recueillir tous les enseignements de l'expérience.

Bavière.

En Bavière, tout ce qui se rattache à l'exécution des chemins de fer de l'État est confié à une com-

mission composée des divers chefs des services de construction et d'exploitation, et dans laquelle se trouvent deux présidents, l'un ingénieur, chargé de la partie technique d'exécution, l'autre financier, chargé des travaux administratifs et de la comptabilité (ce dernier poste est occupé par un ancien inspecteur général des domaines). Les travaux de construction sont partagés en quatre sections, à la tête de chacune desquelles est placé un ingénieur en chef attaché à l'administration centrale. Il y a en outre une section pour la construction des gares, dirigée par un architecte, et une section pour le matériel, confiée à un ingénieur mécanicien qui a dirigé précédemment le matériel du chemin de fer du Taunus. La direction des chemins de fer a été récemment réunie à celle des postes, et placée dans les attributions du ministre de la maison du roi et des relations extérieures.

Dans le grand-duché de Bade, on a confié l'exécution des travaux d'art et la pose de la voie à la *direction supérieure des eaux et chaussées*, et l'exploitation technique et commerciale à la direction supérieure des postes, à laquelle on a adjoint des ingénieurs, et qui a pris le nom de direction des postes et chemins de fer du grand-duché de Bade.

Bade.

En Autriche, la direction des chemins de fer forme une administration à part. Le gouvernement

Autriche.

a mis à sa tête un conseiller supérieur des travaux publics avec le titre de directeur général, et un directeur-adjoint. Les principaux ingénieurs ont quitté la compagnie du chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand pour passer au service de l'État.

**Exploitation
à ferme.**

Le gouvernement autrichien, après avoir hésité longtemps sur le mode à suivre pour l'exploitation des sections qui devaient être successivement ouvertes, a fixé son choix, provisoirement du moins, sur le système des fermages, afin de réserver toutes ses forces disponibles pour l'achèvement du réseau. Il a passé, avec la compagnie du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, un marché pour l'exploitation de la section du chemin de Trieste, comprise entre Murzzuschlag et Grätz, longue de 95 kilomètres.

Le traité est conclu pour cinq années, à partir du jour de l'inauguration.

La compagnie est chargée de l'administration générale du chemin, de l'exploitation technique et commerciale, de l'entretien des travaux d'art et de la voie de fer. Elle reçoit :

1° Pour la direction de l'exploitation technique et commerciale, par kilomètre de la longueur du che-

min et par an. 1,882 f. 65 c.

2° Pour l'entretien ordinaire des terrassements et travaux d'art à double voie, et de la voie de fer simple, des stations et maisons de garde, par kilomètre et par an. . . 1,300 74

Total par an et par kilomètre. . 3,183 39

Et pour le chemin entier. 302,422 05

3° Par kilomètre parcouru par les trains de voyageurs. 2 f. 08 c.

4° Par kilomètre parcouru par les trains mixtes. 2 36

5° Par kilomètre parcouru par les trains de marchandises. 2 65

(Moyennant les prix indiqués aux articles 3°, 4° et 5°, la compagnie doit non-seulement supporter les frais de traction et de conduite, mais encore entretenir le matériel.)

6° A titre d'indemnité (une fois payée) pour la formation du personnel et autres dépenses préliminaires, pour la première section de Grätz à Murzzuschlag, par kilomètre de longueur. 342 f. 30 c.

Pour les sections suivantes, aussi
par kilomètre. 205 38

7° Comme part proportionnelle dans les produits
5 pour 100 de la recette brute annuelle.

8° Une avance de 3,423 francs, ne portant pas
intérêt, par kilomètre de longueur mis en exploi-
tation, à titre de fonds de roulement.

Le matériel, tel que locomotives, wagons à
voyageurs et marchandises, outillage des ateliers et
mobilier des stations, outils et ustensiles de toute
nature, est fourni par l'État et entretenu par la
compagnie.

Le gouvernement se réserve expressément le droit
de fixer les tarifs, les prescriptions réglementaires
pour la police de l'exploitation, les heures de départ
et d'arrivée des trains, et en général d'adopter toutes
les mesures de contrôle qu'il jugera nécessaire pour
l'exercice de sa haute surveillance.

La compagnie, comme garantie des engagements
qu'elle prend envers l'État, engage la totalité de sa
propriété particulière, et l'État reste libre de prendre
à ses frais inscription d'hypothèque sur cette pro-
priété, composée du chemin de fer de Gloggnitz et
de toutes ses dépendances.

Tant que la section de Gloggnitz à Murzuschlag, à travers le Semmring, ne sera pas terminée, la compagnie s'engage à pourvoir au transport des personnes et des marchandises avec régularité et à des prix modérés, et à assurer convenablement la correspondance entre les deux tronçons de chemin de fer.

La compagnie du chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand a pris de même à ferme, et à des conditions analogues, l'exploitation du chemin de fer de Brünn et d'Ollmütz à Prague.

Les autres gouvernements ont adopté jusqu'ici le système de la régie; le service ne paraît pas y avoir gagné toujours sous le rapport de l'ordre, de la régularité et de l'économie des dépenses. Si le gouvernement autrichien, après l'expiration de ces traités, adopte le système d'exploitation en régie, il aura l'énorme avantage de trouver un service tout organisé et un personnel d'ingénieurs, d'employés de tout grade et d'ouvriers tout formé. En donnant à bail l'exploitation de ses lignes aux compagnies sur les chemins desquelles elles s'embranchent, il a mieux assuré, qu'il n'aurait pu le faire par des prescriptions réglementaires, la régularité et la sécurité du service.

Exploitation
en régie.

Les gouvernements allemands ont senti quels in-

Accord entre
les divers
États.

convénients présenterait le morcellement du territoire pour l'établissement des chemins de fer, si chacun de son côté ne mettait de l'empressement à lever toutes les difficultés ; ils ont évité ainsi de donner de nouveaux arguments aux partisans de l'unité germanique. De nombreux traités ont été conclus, souvent entre un grand nombre de puissances à la fois, pour assurer l'exécution et l'exploitation des lignes tracées sur le territoire de plusieurs États ; ils fixent le système d'exécution, soit par les États, soit par une ou plusieurs compagnies.

Je reproduirai ici en entier le texte d'un de ces traités, pour faire connaître exactement les principes qui ont présidé à toutes ces transactions.

Traité pour l'établissement d'un chemin de fer de jonction entre le Main et le Neckar, conclu le 25 février 1843, entre les gouvernements du grand-duché de Bade, du grand-duché de Hesse-Darmstadt, et le sénat de la ville libre de Francfort.

ART. 1^{er}. — Les parties contractantes s'engagent à faire construire à leurs frais un chemin de fer de Francfort à Heidelberg, par Darmstadt, Weinheim et Ladenburg, et de le faire exploiter à frais et profits communs.

ART. 2. — La gare centrale, avec les ateliers et autres accessoires, sera établie à Darmstadt. Des ponts seront construits sur le Main et sur le Neckar ; aux points extrêmes de Francfort et d'Heidelberg, on adoptera des dispositions telles que l'on puisse effectuer aussi commodément que possible le transbordement des voyageurs et des marchandises dans les gares déjà existantes ou à établir dans chacune de ces villes.

ART. 3. — La largeur de la voie, mesurée entre les bords intérieurs des rails, sera, pour toute l'étendue de la ligne d'Heidelberg à Francfort, égale à 56 1/2 pouces anglais (1^m,435).

ART. 4. — On ne posera dès l'abord qu'une seule voie ; mais on donnera de suite au chemin une largeur en couronne telle, qu'une seconde voie puisse être placée plus tard.

ART. 5. — Pour assurer l'uniformité dans la construction du chemin de fer, une commission de trois ingénieurs, nommés par chacun des gouvernements signataires du traité, sera chargée de fixer ce tracé et d'arrêter les bases de l'exécution. Les décisions de cette commission restent soumises à l'approbation des trois États.

ART. 6. — La construction du chemin et de ses accessoires est confiée à chaque État sur son territoire; cependant les deux autres conservent le droit de contrôle sur l'observation des règles adoptées en commun.

ART. 7. — Chaque État prend à son compte, sur son territoire, la construction du chemin, y compris les ponts et ouvrages accessoires; les parties contractantes s'engagent à commencer les travaux préparatoires immédiatement après la ratification des présentes.

ART. 8. — Il reste permis à chacune des parties contractantes d'établir des embranchements et de les relier au chemin principal, sur son propre territoire, tous les frais restant à sa charge. Dans le cas où un tel embranchement devrait être entrepris en commun, une nouvelle convention sera nécessaire.

ART. 9. — Pour l'exploitation de tout le chemin de Francfort à Heidelberg, il sera établi une direction commune, qui sera chargée de pourvoir à l'administration générale, d'opérer les dépenses et les recettes, d'entretenir le chemin et tous ses accessoires, ainsi que le matériel d'exploitation.

ART. 10. — Cette direction commune sera composée de trois membres, dont un sera nommé par chacun des États contractants. Chacun de ces trois membres est spécialement chargé de la surveillance du chemin de fer sur le territoire de son gouvernement.

ART. 11. — Les parties contractantes régleront par une con-

vention spéciale le mode d'admission et de renvoi des autres employés.

ART. 12. — Les employés de tout grade seront payés sur la caisse commune, suivant un état normal fixé à l'avance.

ART. 13. — Les règlements pour l'exploitation, les prescriptions pour le service et la police de la voie, les instructions de service, seront arrêtés en commun par les gouvernements contractants, et promulgués par eux d'une manière uniforme.

De la même manière, les heures de départ et d'arrivée des trains, le tarif pour le transport des voyageurs, des animaux et des marchandises, seront fixés en commun et ne pourront être modifiés que d'un commun accord.

La direction peut ordonner, sous sa propre responsabilité, des trains extraordinaires, pourvu qu'ils ne gênent en rien le service.

ART. 14. — Les frais de premier établissement du matériel seront rapportés pour les deux tiers par le grand-duché de Hesse, pour le tiers restant par les deux autres États, par parties égales.

ART. 15. — Tous les produits du chemin de fer appartiennent à la communauté, et seront perçus à son profit dans chaque État. De même toutes les dépenses nécessaires pour l'exploitation, l'entretien du chemin et de ses dépendances, l'entretien et le renouvellement du matériel, sont à la charge de la communauté.

Après le prélèvement des frais d'exploitation et d'administration, le produit net annuel sera partagé entre les trois parties contractantes en proportion des dépenses totales qu'elles auront supportées pour la construction du chemin et leur participation au premier établissement du matériel.

ART. 16. — Les ponts sur le Neckar et le Main auront une largeur suffisante pour qu'on puisse y ménager un passage pour les piétons.

Pour l'usage de ce passage, pour toute personne qui ne se trouvera pas transportée sur les trains, il sera perçu un droit de péage modéré au profit de la caisse commune. L'application de toute autre taxe territoriale ou locale est interdite aux gouvernements respectifs.

ART. 17. — Chacune des parties contractantes aura le droit en tout temps de faire inspecter par des commissaires spéciaux

à son choix l'exploitation, l'administration, ainsi que les comptes.

Chaque année des commissaires nommés par les parties contractantes se réuniront en conférence pour entendre le rapport de la direction sur les comptes de l'année précédente et les arrêter, et en outre pour régler toutes les affaires de la communauté qui ne seraient pas susceptibles d'être traitées par voie de correspondance.

Les décisions de la commission restent soumises à l'approbation des trois gouvernements.

Ce traité a été conclu en exécution d'un traité antérieur en date du 10 janvier 1838, qui posait seulement le principe de l'établissement du chemin de fer.

§ 2. — CONSTRUCTION ET EXPLOITATION PAR LES COMPAGNIES.

Pour les chemins concédés en entier à des compagnies, il n'y a pas de règle générale à déduire des faits actuels. Souvent les actes de concession ne fixent pas de limites à la durée des concessions et déterminent seulement le délai à l'expiration duquel le gouvernement jouira de la faculté de rachat. Plusieurs chemins prussiens deviendront, au bout d'un certain nombre d'années, la propriété du gouvernement, par un système particulier d'amortissement et de rachat successif, que j'indiquerai plus loin en détail.

Durée des concessions.

Droit de rachat.

En Bavière, le chemin de fer de Nürnberg à Fürth a été concédé pour trente années seulement, et celui d'Augsbourg à Munich pour quatre-vingt-dix-neuf ans. Pour le chemin de fer de Louis, dans

la Bavière rhénane, le gouvernement s'est réservé seulement le droit de rachat après vingt-cinq années d'exploitation.

En Autriche, la durée des concessions des deux chemins de fer du Nord et de Gloggnitz est de cinquante années.

Le privilège du chemin de fer de Leipzig à Dresde est perpétuel.

Les deux gouvernements du royaume de Saxe et du duché d'Altenburg, qui ont prêté leur concours financier à l'exécution du chemin de fer saxon-bavarois, se sont réservé le droit de rachat après vingt-cinq années d'exploitation.

En Prusse, une loi générale, du 3 novembre 1838, sur les entreprises de chemins de fer, fixe à trente années le terme au delà duquel le gouvernement jouit de la faculté de rachat ; l'État doit alors payer un capital égal à vingt-cinq fois le dividende moyen touché par les actionnaires pendant les cinq dernières années. L'État prend à sa charge les dettes de la société ; mais, en même temps, il devient propriétaire de l'actif et du fonds de réserve. L'État s'engage, pendant trente années, à ne pas laisser établir de chemins de fer parallèles et en concurrence avec les lignes qu'il concède.

La même loi fixe le mode d'intervention du gouvernement pour la fixation des tarifs.

Fixation
des tarifs.

La compagnie, pendant trois années, à partir du 1^{er} janvier de l'année qui suit la mise en exploitation du chemin sur toute sa longueur, reste libre d'exploiter seule et sans concurrence, et de fixer ses tarifs, à la condition seulement, lorsqu'elle les arrête pour la première fois ou qu'elle les modifie en les élevant, d'en donner communication au gouvernement et de les publier six mois à l'avance, et d'effectuer tous les transports, sans distinction, aux prix fixés par la taxe.

Le gouvernement n'intervient pas dans la fixation des tarifs ordinaires; mais, à l'expiration du délai de trois années, il a le droit d'autoriser un entrepreneur à venir exploiter le chemin de fer en concurrence avec la compagnie qui l'a construit, moyennant un péage déterminé en raison des produits et de la dépense de l'exploitation, et par une règle très-compliquée, qu'il est inutile de reproduire ici.

Cette réserve est sans importance, et se ressent du peu d'expérience que l'on avait encore en 1838 relativement à l'exploitation des chemins de fer. Elle est illusoire, comme la clause de parcours commun insérée dans nos cahiers de charges, et dont l'efficacité paraît neutralisée par les tarifs excessifs

Parcours
commun.

auxquels ce parcours est soumis. Il est certain, du reste, que l'on ne s'est pas assez préoccupé du danger que peut faire naître, sur une ligne d'une grande étendue, l'exercice de ce droit de parcours commun, qu'il soit effectué par une compagnie d'embranchement ou par une entreprise de transport en concurrence. Il en résulterait, avant tout, une augmentation inutile dans le nombre des trains; car ce n'est pas seulement sur l'affluence des voyageurs, mais encore sur la convenance des heures de départ, que doit être réglé le nombre des convois sur une ligne. Faire partir sur une même ligne, le matin ou le soir, à des heures qui ne peuvent pas être très-différentes les unes des autres, faire marcher à la suite l'un de l'autre, pendant 100, 200 et même 300 kilomètres, des convois à une distance de quinze à vingt minutes les uns des autres, ne serait-ce pas multiplier à plaisir les chances de collision? seul accident à craindre, maintenant que les perfectionnements apportés à la construction de la voie et du matériel rendent presque nulles les autres causes de danger. Obtiendra-t-on jamais le même empressement des agents de la compagnie de la ligne principale pour secourir un train de parcours commun, lui faciliter sa marche, ses manœuvres aux stations, etc., que pour aider un de leurs propres trains? N'y a-t-il pas à craindre de la part de ces mêmes agents, obéissant à des administrations nécessairement hostiles, des rivalités, des mésintelli-

gences dangereuses pour la sûreté publique? Le parcours commun n'est heureusement possible, grâce à l'élévation des tarifs, que pour les courtes distances, pour entrer dans une gare commune; mais alors n'eût-il pas mieux valu l'effacer des cahiers des charges que d'en faire une lettre-morte? Si le législateur, en autorisant le parcours commun avec des réductions sur le péage proportionnelles aux longueurs des embranchements, a voulu accorder cette faveur aux compagnies d'embranchement, pour les faire participer au bénéfice de l'augmentation de trafic qu'elles produisent sur la ligne principale, son but a été manqué; il eût mieux valu stipuler à leur profit une remise sur les recettes du trafic qu'elles apportent au tronc commun. Tout le monde y aurait gagné; les compagnies d'embranchement d'abord, ensuite le public, qui ne serait pas exposé à voir sa sûreté compromise par des tentatives de concurrence très-présumables, malgré leur peu de chance de succès.

L'expérience a prouvé, en Prusse, qu'il y avait peu d'inconvénients à laisser aux compagnies la libre fixation des tarifs, car leur intérêt bien entendu les a conduites à les maintenir à un taux modéré, comme on le verra plus loin.

A l'expiration des trois années, si le produit du chemin, après le prélèvement de la dotation du

Abaissement
des tarifs.

.

fonds de réserve, dépasse 10 pour cent du capital total de premier établissement, la compagnie est tenue d'abaisser proportionnellement ses tarifs jusqu'à ce que les bénéfices rentrent dans cette limite.

En Autriche, les compagnies restent de même libres de fixer les tarifs; l'État ne peut intervenir pour les réduire que lorsque le bénéfice net dépasse 15 pour 100 du capital de premier établissement.

Concessions
directes.

Les concessions s'accordent directement en Allemagne; il est rare, du reste, qu'il y ait concurrence, toutes les lignes importantes ayant été concédées depuis longtemps, ou étant demandées en concession par des compagnies qui ont conçu les premiers projets et se sont ainsi créé un droit de préférence. La législation autrichienne admettait le principe des adjudications au rabais, portant sur la durée de la concession, en laissant au gouvernement toute faculté d'écarter les concurrents qui ne présentaient pas des garanties suffisantes. Mais ce principe restera sans application; les lignes qui restent à construire n'étant pas de nature à être très-recherchées, et devant être exécutées par l'État.

En Prusse, le gouvernement s'attache à modérer l'ardeur de la spéculation sur les chemins de fer, lorsque les lignes dont on lui demande la concession n'ont qu'un intérêt secondaire.

Je renverrai, pour plus amples détails sur la législation des chemins de fer allemands, à l'ouvrage de M. Prosper Tourneux, dans lequel on trouvera tous les renseignements relatifs aux formalités à suivre pour la formation des compagnies par actions, et pour l'octroi des concessions.

Législation
en général.

Il me reste ici à indiquer de quelle manière les compagnies sont secourues financièrement par l'État.

Concours
financier de
l'État.

Lorsque des chemins de fer s'annonçaient sous un jour peu favorable pour les bénéfices, les gouvernements allemands en ont souvent pris l'exécution à leur charge, et, lorsqu'ils ne jugeaient pas convenable d'adopter ce parti, ils ont prêté aux compagnies leur concours financier. Le système généralement préféré, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire, est celui de la prise d'actions avec une garantie d'un minimum d'intérêt.

Le gouvernement bavarois a garanti, purement et simplement, un minimum d'intérêt de 4 pour 100 à la compagnie du chemin de fer palatin de Louis.

Les gouvernements de Saxe et de Saxe-Altenburg ont souscrit ensemble un quart du capital nécessaire pour l'établissement du chemin de fer saxon.

Système
saxon.

bavarois jusqu'à la frontière de Bavière; jusqu'à l'achèvement du chemin, ils ajoutent au produit des sections, déjà livrées à la circulation, la somme nécessaire pour compléter 4 pour 100 d'intérêt des dépenses déjà faites. Après l'achèvement du chemin, ils partageront avec les actionnaires les produits de l'exploitation, en proportion du capital total qu'ils auront déboursé, soit pour souscrire un quart des actions, soit pour payer les intérêts pendant la construction; mais, toutes les fois que ces produits seront insuffisants, ils abandonneront leur portion de dividende, en totalité ou en partie seulement, pour parfaire aux actionnaires 4 pour 100 de leur capital nominal. L'obligation contractée par les deux gouvernements, de compléter aux actionnaires un intérêt de 4 pour 100 avec leur part des bénéfices, cessera, d'ailleurs, dès qu'une période de cinq années consécutives aura donné un produit net moyen d'au moins 4 pour 100. Les deux gouvernements ont cinquante voix dans l'assemblée générale, et nomment deux membres du conseil d'administration sur cinq, ainsi que l'ingénieur en chef chargé de la construction.

Système
prussien.

Le gouvernement prussien intervient d'une manière à peu près uniforme dans la constitution du capital social des compagnies de chemins de fer, lorsque l'industrie privée recule devant des chances d'insuccès. Je citerai ici pour exemple les arrange-

ments qui ont été pris pour le chemin de fer du Weser au Rhin.

Le capital est formé par 65,000 actions de 742 f., soit 48,230,000 fr.; l'État en souscrit la septième partie, soit en nombre rond, 9,300 actions.

Pendant toute la durée de la construction jusqu'au 31 décembre de l'année qui suivra la mise en exploitation complète, l'intérêt des 65,000 actions sera payé au taux de 4 pour 100, au moyen de prélèvements opérés sur le capital, déduction faite du produit net des sections livrées partiellement à la circulation.

A l'expiration de l'année indiquée ci-dessus, il sera fait, de concert avec le ministre des finances, un compte général des dépenses effectuées, 1° pour la construction du chemin, depuis Cologne jusqu'aux frontières, près de Minden; 2° pour l'établissement du matériel; 3° pour l'administration et la direction; 4° pour le paiement des intérêts. Si le total dépasse le capital des 65,000 actions, on couvrira l'excédant par une nouvelle émission d'actions, dont le gouvernement prendra la septième partie, ou par une émission d'obligations.

Le choix du moyen qui sera adopté pour former le complément du capital est réservé au conseil

d'administration de la compagnie, sur la proposition de la direction et sous l'approbation du ministre des finances.

A partir du 1^{er} janvier de l'année qui suivra la mise en exploitation sur toute la longueur, le produit net sera réparti suivant la règle ci-jointe, en intérêts et en dividende :

1° On prélèvera sur le produit brut : *a.* les frais d'administration, d'entretien et d'exploitation, ainsi que les dépenses nécessaires pour le renouvellement de la voie de fer et du matériel d'exploitation. *b.* Les intérêts et l'amortissement des obligations qui auront pu être émises.

2° Il sera prélevé chaque année sur l'excédant, pour la formation d'un fonds de réserve destiné à faire face aux dépenses extraordinaires et imprévues, une somme dont la quotité sera fixée par le ministre des finances sur la proposition du conseil d'administration. Ce fonds de réserve ne peut être élevé au-dessus de 3 pour 100 du capital social que par une décision spéciale du conseil d'administration approuvée par le ministre des finances.

3° Après les prélèvements indiqués ci-dessus, le reliquat forme le produit net. Il servira d'abord à payer par semestres un intérêt annuel de 3 1/2 pour

100 à la totalité des actions. L'excédant restant, après un nouveau prélèvement effectué pour la part sur les bénéfices attribuée par les statuts aux membres du conseil d'administration et de la direction et aux autres employés, et réserve faite de la part attribuée à l'État, ainsi qu'il sera expliqué ci-après, sera distribuée à toutes les actions indistinctement, à titre de dividende.

4° Si le produit net dépasse 5 pour 100 du capital représenté par les actions, le tiers de l'excédant au-dessus de 5 pour 100 est attribué à l'État, qui doit en disposer à son gré, soit pour se rembourser des avances faites par lui pour complément de l'intérêt qu'il a garanti, soit pour constituer une réserve destinée à faire face aux dépenses que cette garantie d'intérêt peut lui imposer dans l'avenir, soit enfin pour racheter des actions au cours.

Dans le cas où le produit net serait insuffisant pour payer à l'ensemble des actions l'intérêt de 3 $\frac{1}{2}$ pour 100, l'État fournit les sommes nécessaires pour le compléter, et le garantit tant que le capital ne sera pas amorti.

L'amortissement sera opéré par l'État, qui chaque année affectera à cette destination :

1° L'intérêt et le dividende du septième du nom-

bre total des actions souscrites par lui, et par conséquent au moins $1/2$ pour 100 du capital social.

2° L'intérêt et les dividendes des actions amorties.

Le tirage au sort pour le remboursement des actions aura lieu chaque année au 1^{er} juillet, et dès qu'il aura été complètement effectué de la manière ci-dessus indiquée, l'État deviendra propriétaire du chemin, du matériel, et de tous les accessoires, y compris le fonds de réserve et l'actif de la compagnie; il prendra le passif à sa charge.

Cesystème d'amortissement se compose, 1° d'une dotation fixe représentée par $1/2$ pour 100 du capital nominal que l'État complète en cas d'insuffisance des produits; 2° d'une dotation variable égale à un septième du dividende payé à toutes les actions (au delà de 5 pour 100 de produit net l'État prélève un tiers de l'excédant, et les deux tiers restants entrent seuls dans la composition du dividende, de telle sorte que c'est seulement $2/21$ des sommes excédant 5 pour 100 du capital qui sont affectés à cette partie de l'amortissement); 3° d'une dotation éventuelle et facultative représentée par un tiers de l'excédant des produits au-dessus de 5 pour 100. Les deux premières dotations sont employées à des rachats *au pair* par voie de tirage au sort, la troisième à des rachats *au cours*.

Le principe de l'amortissement variable avec garantie d'un minimum d'intérêt, proposé en France par M. Bartholony pour les chemins votés en 1845 par les chambres, se trouve donc pratiqué en Allemagne non-seulement pour le chemin du Weser au Rhin, mais encore pour plusieurs autres lignes importantes, notamment pour les chemins de fer de la basse et de la haute Silésie. Le système prussien est compliqué d'une participation de l'État à la formation du capital, participation qui revient en réalité à un prêt sans intérêt, puisque tous les intérêts et dividendes correspondant à la part de l'État doivent être affectés à l'amortissement.

Il est à regretter que la proposition de M. Bartholony n'ait pas été prise en considération, car elle faisait disparaître le seul inconvénient du système des adjudications, l'incertitude du produit, ou du moins pour le public l'inconnu, qui peut faire naître des terreurs paniques et faire tomber en discrédit les entreprises destinées au plus bel avenir. L'auteur de ce système ingénieux l'aurait sans doute fait accepter plus facilement, s'il l'avait dégagé de la garantie du minimum d'intérêt, système actuellement en défaveur, à tort ou à raison, et qui était sans utilité pour des lignes productives comme celles du Nord et de Lyon, ou peu productives mais subventionnées pour moitié ou deux tiers des dépenses, comme celles de Strasbourg, Nantes, etc.

Système
d'amortisse-
ment variable
proposé
en France.

L'amortissement n'aurait lieu alors qu'autant que le produit net dépasserait un intérêt fixe de 3 ou 4 pour 100, sur lequel les actionnaires pourraient toujours compter, tant que le bénéfice net de l'exploitation ne tomberait pas au-dessous de ce chiffre. Le rabais aurait lieu sur la portion du dividende attribuée aux actionnaires, exprimée en fraction de l'excédant du produit net sur l'intérêt fixe. Ce système, extrêmement simple, amènerait certainement des concessions moins longues que le système de rabais sur la durée de la concession; il donnerait une grande sécurité et d'importantes garanties de stabilité pour les entreprises de ce genre. En supposant l'intérêt fixé à 4 pour 100 pour le chemin du Nord, et le chemin concédé à une compagnie qui aurait fixé *zéro* pour le chiffre de son rabais, c'est-à-dire qui aurait abandonné entièrement le dividende à l'amortissement, les actions seraient recherchées avec autant de faveur que les obligations d'une bonne ligne.

Il n'y a là qu'un inconvénient à éviter, c'est qu'une compagnie cherche par un rabais pareil à faire uniquement une affaire de position pour ses administrateurs, directeurs, etc., qui pourraient se faire attribuer des appointements énormes sans inconvénient, et au contraire avec avantage pour la compagnie, dont l'excès des dépenses prolongerait la jouissance. Pour ménager l'intérêt de l'État, qui

consiste dans l'amortissement le plus prompt possible, et celui du public, qui réclame l'application de toutes les mesures propres à augmenter la circulation, c'est-à-dire des tarifs modérés et des facilités accordées au commerce, il faudrait nécessairement que la compagnie fût intéressée à faire rendre à son exploitation le produit net le plus considérable. Il suffirait pour cela de fixer à un taux très-bas, 3 pour 100 par exemple, l'intérêt fixe, et de faire déterminer, par la commission chargée de recevoir les soumissions et après leur dépôt, un minimum pour la durée de la concession.

Le gouvernement prussien, en subventionnant ainsi les compagnies et garantissant un minimum d'intérêt, s'est réservé avec raison le droit de participer à l'administration de la compagnie, en raison de sa part d'intérêt à la bonne gestion des affaires. Pour le chemin de fer du Weser au Rhin, il se fait représenter dans l'assemblée générale par un commissaire royal qui n'a pas besoin d'être actionnaire. Le nombre des voix réservé à ce commissaire est fixé au sixième du nombre des voix représentées par les autres actionnaires présents, c'est-à-dire exactement en proportion avec le nombre d'actions souscrites par l'État. Le nombre de voix augmente au fur et à mesure du rachat des actions par le gouvernement, suivant l'échelle de proportion ci-jointe :

Intervention
de l'État
dans l'admini-
stration
intérieure.

Il est égal après 15 années à 1/6				} De la totalité des voix représentées à l'assemblée générale, tant par les actionnaires que par les délégués de l'État.
—	25	—	1/5	
—	35	—	1/4	
—	40	—	1/3	

Le conseil d'administration se compose de dix-huit membres, assujettis à une seule condition, celle d'être domiciliés à moins de 75 kilomètres du chemin de fer. Les administrateurs doivent posséder, et laisser déposées dans la caisse de la compagnie pendant toute la durée de leurs fonctions, cinq actions de 742 francs. Le conseil d'administration est nommé par l'assemblée générale, et le ministre des finances choisit parmi les membres élus un président et un vice-président. La direction ou conseil d'administration actif, analogue à nos conseils d'administration chargés de la direction sans l'intermédiaire d'un directeur, se compose de sept membres, dont un, à la nomination du gouvernement, n'a pas besoin d'être actionnaire; les autres directeurs sont tenus de déposer dix actions dans la caisse de la société. Le directeur nommé par le gouvernement est appointé et indemnisé par lui.

La nomination des principaux employés de la compagnie, *du directeur spécial, des ingénieurs et du caissier principal*, est soumise à l'approbation du ministre des finances. Celui-ci a le droit de refuser, sans avoir à faire connaître ses motifs, les candidats aux places de directeur spécial et d'ingénieurs, et,

dans ce cas, de pourvoir directement à leur nomination.

Dans le cas où pendant cinq années consécutives l'État se serait vu forcé de faire un complément pour payer les intérêts qu'il a garantis, et dans le cas où, pour une seule année, ce complément dépasserait 1 1/2 pour 100 du capital, il a le droit de prendre en main l'administration et la direction du chemin de fer. Dès que le chemin administré par l'État arrive à donner plus de 3 pour 100 pendant trois années consécutives, la compagnie rentre en possession de ses droits.

Ce système d'intervention de l'État présente quelques avantages, mais il est d'une grande complication et serait certainement peu compatible avec nos habitudes.

Pour le chemin de fer de la Thuringe, les gouvernements de Prusse, Saxe-Weimar et Saxe-Cobourg, se sont engagés, par le traité du 19 avril 1844, à souscrire, dans une proportion déterminée entre eux, un quart du capital social, et de garantir, jusqu'à concurrence de leur part de produit net, un intérêt de 3 pour 100 aux autres actionnaires. Cet arrangement est semblable à celui qui a été adopté pour le chemin de fer saxon-bavarois.

Chemin de
la Thuringe.

La constitution financière des compagnies est à

Actions et
obligations.

peu près uniforme ; le capital est formé par des actions généralement d'une valeur nominale assez faible, et souvent pour une forte portion par des emprunts qu'il a été nécessaire de contracter pour couvrir les excédants de dépense sur les devis. On peut citer le chemin de fer d'Anhalt, comme un de ceux qui ont adopté le plus largement ce système.

Le capital de la compagnie est formé de 15,000 actions représentant 11,130,000 francs, et de 9,500 obligations représentant 5,565,000 francs. Les obligations entrent donc pour un tiers dans la composition du capital dépensé pour la construction du chemin. Un nouvel emprunt a été en outre voté dans l'assemblée générale de 1845, pour construire l'embranchement de Juterbogk à Riesa et consolider la dette flottante. Les porteurs d'obligations ont le droit d'assister à l'assemblée générale, mais sans voix délibérative.

CHAPITRE III.

TRACÉ. — PENTES ET COURBES.

Généralités. — Tableau synoptique des pentes et des courbes. — § 1^{er}. *Pentes*. Chemins à fortes pentes. — Chemin de Brunswick à Harzburg; locomotive *Crodo*; calcul de l'effet utile. — Comparaison des locomotives aux machines fixes; plan incliné d'Aix-la-Chapelle; locomotives substituées aux machines fixes. — Chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld. — Influence des pentes sur les dépenses d'exploitation. — Circonstances locales. — Les pentes onéreuses pour le service des marchandises. — Sécurité. — Abus des fortes pentes. — Résumé. — § 2. *Courbes*. Courbes de petit rayon. — Chemin de fer de l'État, en Autriche; chemin de fer de Bade; chemins divers. — Inconvénients des petits rayons; augmentation de résistance; évaluation des frottements. — Moyens employés pour remédier à ces inconvénients. — Force centrifuge; exhaussement du rail extérieur. — Limite du rayon minimum. — Usure du matériel. — Danger des courbes. — Conclusion.

Les conditions d'art auxquelles sont soumis les tracés, en Allemagne, ne peuvent pas être ramenées à une règle simple et uniforme; elles se ressentent du peu d'ensemble qui a présidé à la direction de ces travaux, entrepris dans des pays soumis à des gouvernements indépendants les uns des autres, confiés à des ingénieurs formés à des écoles différentes, exécutés, les uns dans des pays de plaines, les autres dans des pays de montagnes.

Généralités.

Tableau
synoptique.

J'ai réuni dans un même tableau les éléments du tracé de vingt-neuf chemins, en exploitation ou en cours d'exécution. J'ai désigné sous le nom de pentes et courbes exceptionnelles, celles qui ne se rencontrent que sur un ou plusieurs points particuliers du chemin, où il a été nécessaire, soit pour franchir des obstacles naturels, soit pour satisfaire à des exigences de trafic, de renoncer aux règles adoptées pour le reste du chemin.

On n'a adopté les pentes considérables que présentent plusieurs de ces chemins, que pour se soustraire à des difficultés insurmontables, ou pour éviter des dépenses hors de proportion avec l'avantage qui serait résulté de l'adoucissement des profils. Il n'en est pas de même des courbes; on a quelquefois réduit leur rayon outre mesure, par des motifs d'économie mal calculés.

L'influence de ces deux éléments du tracé serait difficile à évaluer d'une manière précise en chiffres; j'essaierai cependant de mettre à contribution les résultats de l'expérience, pour faire apprécier, autant que possible, les conséquences de l'adoption de fortes pentes et de courbes de petit rayon; j'examinerai successivement les deux questions.

PENTES ET COURBES.

NOMS des CHEMINS.	INCLINAISON maximum des pentes		RAYON minimum des courbes		OBSERVATIONS.
	ordi- naires.	exception- nelles.	ordi- naires.	exception- nelles.	
	m. p. m.	mill. p. m.	mètres.	mètres.	
Grand-duché de Bade.....	5,0	»	900,0	180,0 (1)	(1) 6 rayons de courbe, au-dessous de 360 m. Un seul alignem. Tracé très-facile.
Nürnberg à Fürth.....	4,9	»	»	»	Deux tronçons d'un même chemin exploité par des chevaux. (2) Entre W. Neus- tadt et Gloggnitz. (3) A l'embranchement du chemin de Stockerau. (4) Passage du Semmering.
Augsbourg à Munich.....	3,3	»	»	1000,0	
De l'Etat en Bavière.....	5,0	23,0	600,0	300,0	
De l'Etat en Wurtemberg.	10,0	22,0	»	»	
Budweis à Linz.....	21,8	66,6	18,9	17,0	
Linz à Gmunden.....	45,4	»	151,7	»	4re section du chemin de la haute Silésie. (5) Embranchement de Schweidnitz.
Vienne à Gloggnitz.....	3,5	7,7 (2)	1611,0	»	
Nord de l'emp. Ferdinand.	3,3	»	756,0	570,0 (3)	
Vienne à Trieste.....	7,7	20,0 (4)	285,0	190,0 (4)	
Vienne à Prague.....	6,7	»	285,0	»	
Prague à Dresde.....	10,0	»	285,0	»	(6) Plan incliné automoteur. (7) Plan incliné. (8) Station d'Aix- la-Chapelle. (9) Station de Leipzig. (10) Partie en exploitation. (11) Au départ de Dresde. (12) De Wieneburg à Harzburg.
Breslau à Oppeln.....	3,3	»	1800,0	850,0	
Breslau à Friburg.....	5,0	»	1883,0	942,0 (5)	
Basse Silésie.....	3,3	5,0	1130,0	»	
Berlin à Francfort S/O.	8,8	»	1054,0	»	
Berlin à Stettin.....	4,2	»	904,0	»	(13) A la station de Lehrte. (14) Pente au départ.
Berlin à Potsdam.....	3,3	»	1500,0	»	
Anhalt.....	3,3	»	1130,0	»	
Magdebourg à Leipzig.....	3,3	»	944,0	»	
Magdebourg à Halberstadt.	3,3	»	1133,0	»	
Düsseldorf à Elberfeld.....	7,7	33,3 (6)	1130,0	565,0	(13) A la station de Lehrte. (14) Pente au départ.
Rhénan.....	5,0	26,3 (7)	1130,0	316,0 (8)	
Leipzig à Dresde.....	5,0	»	1128,0	395,0 (9)	
Saxon-Bavarois (10).....	5,0	»	793,0	»	
Saxon-Silésien.....	7,4	18,2 (11)	680,0	»	
Brunswick à Harzburg....	6,0	21,7 (12)	1095,0	»	(13) A la station de Lehrte. (14) Pente au départ.
Brunswick à Magdebourg..	2,5	»	1369,0	»	
Brunswick à Hannover....	2,8	»	1369,0	684,0 (13)	
Hambourg à Bergedorf....	2,0	10,0 (14)	»	»	
Tannus.....	3,7	»	800,0	»	

§ 1. — PENTES.

Chemins à
fortes pentes.

La nécessité d'introduire des pentes d'une inclinaison considérable, dans le tracé d'un chemin de fer, n'est pas un obstacle insurmontable à sa construction ; l'existence de ces pentes ne peut constituer qu'une charge pour l'exploitation. Les faits recueillis par les ingénieurs allemands, en Angleterre et aux États-Unis, avaient suffi pour les rassurer à cet égard ; mais toute incertitude a cessé pour eux, depuis qu'ils ont sous les yeux l'exemple journalier du chemin de Brunswick à Harzburg.

Il ne suffisait pas, en Allemagne, qu'il fût possible, avec de puissantes machines fixes, de remorquer avec un câble les convois ordinaires sur des plans inclinés de 20 à 30^m de pente par mètre. Dans beaucoup de cas, cette solution n'était pas applicable, notamment aux chemins qui devaient franchir des chaînes de montagnes, comme ceux de Vienne à Trieste, de Leipzig aux bords du lac de Constance, et lorsque des difficultés de terrain exigeaient, sur des longueurs considérables, l'adoption simultanée de pentes très-fortes et de courbes de très-petit rayon. C'est à ce titre que les expériences du chemin de Harzburg ont eu du retentissement, et méritent une mention spéciale.

Ce chemin part de Brunswick et se développe,

pendant une grande partie de son parcours, dans la plaine qui s'étend depuis le pied des montagnes du Harz jusqu'au littoral de la mer du Nord et de la mer Baltique; son profil ne présente des inclinaisons supérieures à 5^{mm} par mètre qu'aux abords de la station de Wienburg, à la limite de la plaine. A partir de cette station, le chemin gravit les premières pentes de la montagne en se tenant moyennement au niveau du sol; son inclinaison croît successivement jusqu'à 21^{mm},7, limite qu'elle atteint à la station de Harzburg, placée à l'entrée d'une gorge profonde, à 8 kilomètres environ du sommet du Brocken. Le tableau ci-joint donne la longueur et l'inclinaison des rampes qui se succèdent depuis Wienburg jusqu'à la station de Harzburg.

Chemin
de Brunswick
à Harzburg.

LONGUEURS.		INCLINAISONS.	
mètr.		millim.	
141,5	—	0,2	par mètre. — Station.
1234,8	—	9,7	} Moyenne des inclinaisons 12 ^{mill.} ,78.
2073,6	—	10,0	
1141,2	—	13,0	
1562,4	—	13,1	
1000,6	—	17,2	
228,2	—	10,2	
529,5	—	21,7	} Station.
136,9	—	5,0	

Total. 8048,7

Pendant les deux premières années d'exploitation, les locomotives se sont arrêtées à Wienburg;

les wagons étaient trainés par des chevaux jusqu'à Harzburg. On ne tarda pas à reconnaître que ce mode d'exploitation n'était pas suffisant pour satisfaire à tous les besoins de la circulation, et, après quelques essais préliminaires, faits avec les machines ordinaires, on commanda, en mai 1843, à Stephenson deux machines à six roues accouplées.

Locomotive
Crodo.

Le 23 octobre, on essaya l'une de ces machines nommée *Crodo*, et l'on acquit la conviction qu'elle pouvait répondre à toutes les exigences du service.

Les dimensions principales de ces machines sont les suivantes :

Diamètre des pistons, 0^m,380 ;

Course, 0, 609

Diamètre des roues, . . 1, 448.

Poids de la machine chargée, 17 tonnes;

Poids du tender à moitié plein, 10 tonnes.

Pour faire l'expérience, on avait composé à la station de Wienenburg un train de trente-cinq wagons, pesant brut 72 tonnes. La pression effective de la vapeur était de 4th,7. La machine entraîna

facilement ce convoi jusqu'à la station de Harzburg; la rampe, de 21^{mm},7, fut franchie avec facilité. On fit ensuite redescendre le convoi jusqu'à Wienenburg, et on y ajouta cinq nouveaux wagons, portant le poids total à 82 tonnes. La machine s'arrêta au milieu de la rampe, sans pouvoir développer un effort de traction assez considérable pour surmonter l'action de la gravité et des frottements. On détacha onze wagons, pesant environ 22 tonnes, et le train de 60 tonnes restant fut enlevé avec facilité par la machine.

Depuis cette époque, ces machines font un service journalier assez actif et fonctionnent très-bien; il faut dire, toutefois, que pour assurer la régularité de leur service, on doit apporter un très-grand soin à leur entretien. Le principal résultat de ces expériences a été de faire voir qu'on pouvait obtenir des machines à six roues accouplées, d'une très-grande puissance, un service régulier. Quant au poids que ces machines étaient en état de remorquer, on pouvait s'en rendre compte très-approximativement par le calcul. Je donnerai ici un exemple de calculs de ce genre, d'autant moins incertains en pareil cas, que les causes de résistance ordinaires s'effacent devant une cause qui est mesurée géométriquement, la gravité.

Je m'appuierai, dans ce calcul, sur des résultats

d'expériences obtenus sur le chemin de fer de Versailles (rive droite) (1); j'ai plus de confiance dans le choix d'un chiffre que ma propre expérience me conduira à faire parmi les résultats bruts de ces expériences, que dans les formules et tables empiriques qui ont été construites pour donner séparément la valeur de résistances qu'il paraît apprécier isolément les unes des autres.

Calcul de
l'effet utile.

Lorsqu'un convoi est animé d'une vitesse uniforme, le travail moteur et le travail résistant qui lui sont appliqués, pendant une portion quelconque du mouvement uniforme, se font équilibre.

Soit : P le poids du convoi brut (machine comprise), en tonnes de 1000^{kg};

D le diamètre des roues motrices, en mètres;

d le diamètre des cylindres, en centimètres;

l la course des pistons, en mètres;

p la pression effective de la vapeur dans les cylindres, exprimée en kilogrammes par centimètre carré;

(1) *Recherches expérimentales sur les machines locomotives*, par MM. Gouin et Le Chatelier. Mathias, 1845.

n le nombre de tours des roues motrices par 1'' ;

f la résistance totale due aux frottements de toute espèce et à la résistance de l'air, exprimée en kilogr. par tonne brute du convoi ;

g la composante de la gravité parallèle à la voie, exprimée en kilogrammes et par tonne brute du convoi.

Le travail résistant développé, pendant une seconde de temps, est égal au produit de la résistance totale fP , appliquée en sens contraire du mouvement, augmentée de la composante gP de la gravité du convoi total, par l'espace $n \pi D$ parcouru par le train, soit $n \pi D P (f + g)$.

D'autre part, le travail moteur développé par la vapeur sur l'une des faces d'un piston, pour chaque tour de roue, est égal à $\pi \frac{d^2}{4} l p$, ou pour l'ensemble des deux pistons à $\pi d^2 l p$, ou pendant 1'' à $n \pi d^2 l p$.

La condition du mouvement uniforme donne donc, en supprimant les facteurs communs n et π :

$$P = \frac{d^2 l p}{D (f + g)}$$

La pression effective moyenne dans les cylin-

dres est inférieure à celle qui s'établit dans la chaudière, parce que la résistance éprouvée par la vapeur dans son passage à travers les tuyaux de prise de vapeur, et les lumières d'introduction, surtout lorsqu'elle est chargée d'eau mécaniquement entraînée, ne peut être surmontée que par une différence de pression entre les deux réservoirs, parce que la vapeur se détend pendant une petite partie de la course, et que sa pression diminue, enfin parce que l'échappement de la vapeur par un orifice rétréci ne peut pas être instantané, et qu'il se maintient une certaine pression résistante qui augmente considérablement avec la vitesse. Pour les machines à six roues accouplées de Stephenson, marchant à petite vitesse, avec une pression effective de $4^{\text{atm}},7$, ou $4^{\text{kg}},85$ par centimètre carré, j'adopterai pour la valeur de la pression effective moyenne dans les cylindres 4^{kg} au plus. J'adopterai comme maximum, pour le coefficient de la résistance au mouvement, le chiffre de 6^{k} . On a obtenu sur le chemin de fer de Versailles (rive droite), à une vitesse moyenne de 44^{km} à l'heure, avec des convois d'un poids brut variant de 50 à 80 tonnes, $10^{\text{km}},5$ en moyenne. La résistance diminuant très-rapidement avec la vitesse, pour des trains marchant à 15 ou 20^{km} à l'heure, 6^{k} est un maximum dans lequel trouvent place tous les excédants de résistance qui peuvent résulter de l'accouplement des six roues et de l'imperfection des wagons destinés pour la plupart au

transport des matériaux (1). Sur la rampe de $21^{\text{m}},7$ la gravité $g = 21^{\text{k}},7$. On a donc pour la valeur de P , en substituant aux lettres les valeurs numériques :

$$\left. \begin{array}{l} D = 1^{\text{m}},448 \\ d = 38^{\text{centim}} \\ l = 0^{\text{m}},609 \\ p = 4^{\text{k}},0 \\ f = 6,0 \\ g = 21,7 \end{array} \right\} P = 87^{\text{tonnes}},4$$

En retranchant le poids de la machine et du tender, égal à 27 tonnes, il reste $60^{\text{k}},4$, poids exactement égal à celui du train que la machine *Crodo* a pu faire démarrer avec la plus grande facilité et remorquer avec une vitesse convenable.

Cette coïncidence de nombres ne prouve pas l'exactitude rigoureuse de ce mode de calcul; elle prouve seulement que le chiffre de 6 kilogrammes s'applique exactement à ce cas, mais une différence de 1 kilogramme en plus ou en moins dans la valeur de ce coefficient ne donnerait sur le nombre total qu'une différence peu importante pour la pratique (on trouve $57^{\text{k}},0$ dans un cas, et 64 tonnes dans l'autre).

(1) C'est le chiffre que j'ai toujours adopté pour les calculs relatifs au transport des marchandises.

On doit donc admettre qu'avec des machines semblables on peut faire gravir des rampes de 21 à 22 millimètres à des convois de 50 à 60 tonnes, poids ordinaire des trains de voyageurs.

On admet en général, et ce résultat est du reste assez conforme aux expériences de M. Morin sur le frottement, que l'adhérence des roues sur les rails dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire lorsqu'ils sont secs, est égale à $1/6$; quoique ce chiffre paraisse un peu faible pour des machines à roues accouplées, par un temps de sécheresse, il est certainement trop fort pour le cas le plus défavorable, celui où les rails sont mouillés. Si ces machines n'avaient que quatre roues accouplées, la limite de l'adhérence serait, en supposant la charge également répartie, égale à 1,900 kilogrammes; l'effort de traction dans les circonstances de l'expérience de Harzbourg a été égal à 2,410 kilogrammes. Il était donc nécessaire d'utiliser tout le poids de la machine par l'accouplement des six roues.

Comparaison
des
locomotives
aux machines
fixes.

Dans la plupart des cas où des machines fixes ont été établies pour remorquer les trains sur des plans inclinés, il eût été facile et plus économique d'atteindre le même niveau, en faisant suivre au tracé les contours des vallées, ou le flanc des coteaux, et en réduisant l'inclinaison, beaucoup au-dessous de la limite qu'il a fallu atteindre pour obtenir les alignements droits nécessaires au jeu des câbles.

Cette proposition sera démontrée d'une manière évidente, si l'on fait voir que les frais de traction seraient moindres sur les plans inclinés actuels avec des locomotives qu'avec des machines fixes, en tenant compte seulement de part et d'autre des salaires, des consommations de matières, de l'entretien du matériel, et de l'intérêt des frais de premier établissement des appareils. Comme on ne sait pas dans chaque cas particulier ce qu'aurait coûté la construction du chemin à pentes moins fortes, il serait difficile de tenir compte de part et d'autre de l'intérêt des sommes dépensées en terrassements et travaux d'art; il est certain dans tous les cas, qu'elles sont plus considérables pour les plans inclinés à câbles que pour des chemins à locomotives.

Le seul plan incliné où les trains soient remorqués par des machines fixes, en Allemagne, est celui du chemin de fer rhénan, à Aix-la-Chapelle. Je le prendrai pour exemple.

Deux machines fixes de la force totale de 200 chevaux, travaillant toujours ensemble, mettent en mouvement, sur le plan incliné qui commence à la station même d'Aix-la-Chapelle, et qui est formé d'un seul alignement droit de 2,259 mètres de longueur avec une pente de 26^{mm},3 par mètre, un câble en fil de fer sans fin, supporté par 420 poulies en fonte. A la partie inférieure du plan incliné le câble

Plan incliné
d'Aix-
la-Chapelle.

s'enroule sur une poulie horizontale, et à la partie supérieure sur des tambours moteurs, des poulies de renvoi et un tendeur. Un lourd contre-poids lui donne la tension nécessaire, pour qu'il ne touche pas le sol dans l'intervalle des poulies. Ce contre-poids, mobile dans un puits vertical, tire un chariot sur lequel est placée une poulie de renvoi horizontale. Le poids du câble est de 11,680 kilogrammes, et le contre-poids lui communique une tension de 772 kilogrammes. Les wagons montants, réunis en trains, sont attachés au câble au moyen d'un mécanisme à tenailles monté sur des wagons freins à six roues, placés en tête et en queue. Un train ne doit pas comprendre plus de dix wagons chargés, deux wagons vides comptant pour un plein. Un train semblable, y compris deux wagons freins, représente un poids d'environ 75 tonnes.

Quand le train arrive à la partie supérieure du plan incliné, on ouvre subitement les mâchoires des wagons à frein, et il parvient avec la vitesse acquise au point où les machines locomotives doivent le reprendre. Les trains redescendent sans machines, avec les wagons à frein en tête; il doit toujours y avoir un de ces wagons au moins pour cinq voitures chargées.

Les deux machines sont ordinairement alimentées par trois chaudières, trois autres restent en

réserve. Les machines marchent à volonté à haute ou à basse pression, suivant que l'eau d'alimentation, fournie par un étang créé pour leur service, est rare ou abondante.

Un télégraphe électrique, manœuvré à la station supérieure par le machiniste, et à la station inférieure par un agent spécial, sert à transmettre les signaux pour tous les mouvements qui s'effectuent sur ce plan incliné. Les wagons-freins à traîneau ont été copiés sur ceux des plans inclinés de Liège, où leur ingénieuse disposition a été empruntée à M. Laignel. Entre les roues sont placées des espèces de sabots armés d'une pièce de fer dont la section est pareille à celle d'un bandage de roue; des manivelles à vis permettent de presser fortement ces sabots sur les rails et de transformer le mouvement de roulement des wagons en mouvement de glissement, sans endommager les roues. On peut avec ces freins graduer le frottement à tous les degrés nécessaires, et même soulever les roues au-dessus des rails. Les freins du plan incliné d'Aix-la-Chapelle sont à six roues et à quatre sabots, manœuvrés deux à deux par une même vis. Il y a deux gardes-frein sur un wagon. Ce service était fait à la fin de 1844 par six wagons-freins; mais ce nombre était insuffisant.

Les machines ont remonté dans le cours d'une

année 24,530 wagons, dont environ un tiers retournant à vide vers la Belgique. Ce nombre total représente un poids brut de 139,540 tonnes, ou par jour 67 wagons, pesant brut 381,637, correspondant à 7 ou 8 trains en moyenne. A la descente, le nombre des wagons a été de 67 par jour, représentant 452,227. Dans ce nombre, n'est pas compris celui des wagons à frein.

Les machines n'ont travaillé à basse pression que pendant 96 jours, et ont consommé moyennement par jour 2,246 kilogrammes de houille; elles ont fonctionné 270 jours à haute pression avec une consommation de 3,857 kilogrammes. La consommation moyenne a donc été de 3,430 kilogrammes par jour, dont un tiers de houille grasse et deux tiers de houille maigre, au prix moyen de 0,83 les 100 kilogrammes.

Les dépenses ont été les suivantes en 1844 :

	fr.	c.
1° Combustible.	12,076	05
2° Matières diverses.	1,873	55
3° Personnel de la station supérieure : aiguilleurs et gardes-station, machinistes, gardes-frein et cantonniers.	14,572	88
4° Entretien des machines fixes, des câbles et des poulies.	1,669	50
5° Entretien et réparation des wagons-freins.	897	82
6° Éclairage et signaux.	304	22
Total.	31,394	02

La longueur du câble d'Aix-la-Chapelle est de 4,600 mètres environ, et le mètre coûte 3 francs, soit pour la totalité, 13,800 francs. Sa durée peut être évaluée au plus à dix-huit mois. Il faut donc ajouter, à la somme totale de 31,394 francs 02 centimes trouvée plus haut, pour le renouvellement du câble, 9,200 francs.

Les frais de premier établissement du plan incliné, non compris les terrassements, travaux d'art et la voie de fer, ont coûté 442,345 francs, dont l'intérêt à 4 pour 100 représente une somme de 17,693 francs 80 centimes.

La dépense totale annuelle du plan incliné d'Aix-la-Chapelle peut donc s'établir de la manière suivante :

	fr.	c.
Frais d'exploitation et entretien du matériel.	31,394	02
Renouvellement des câbles.	9,200	00
Intérêt des frais de premier établissement. .	17,693	80
	<hr/>	
	58,287	82

La dépense moyenne par train partiel de dix wagons (remonte et descente compris) est donc égale à 11',87;

Ou, pour un wagon, à 1',187.

Ce chiffre est évidemment un minimum, car la machine en était encore en 1844 à sa première année de service; le câble n'était guère qu'aux deux tiers de son service, et la nécessité de la ménager n'avait pas encore déterminé de réduction dans le nombre de wagons remorqués à la fois. Sur les plans inclinés de Liège, dont l'installation a coûté, pour les appareils de traction seulement, 1,252,912 fr., la dépense moyenne pour un wagon (montant ou descendant) s'était élevée, pour les frais de traction seulement, à 2 francs 15 centimes. Cette différence considérable résulte de la longueur des plans inclinés, qui est égale à 5,000 mètres, et de l'état des câbles, qui ne s'usent pas uniformément, et dont l'un est encore neuf quand l'autre est usé, ce qui oblige, pendant une grande partie de l'année, à fractionner les trains encore plus qu'on ne le fait à Aix-la-Chapelle.

Locomotives
substitué
aux machines
fixes.

Le service, sur le plan incliné d'Aix-la-Chapelle, pourrait se faire au moyen de machines locomotives de renfort, à six roues accouplées, à très-longues chaudières, portant leur provision d'eau et de coke pour une ou deux ascensions du plan incliné; leurs dimensions pourraient être les suivantes :

Diamètre des pistons, 0^m,42 (1);

(1) Ces dimensions n'ont rien d'extraordinaire. Le gouvernement

Course, 0^m,61 ;

Diamètre des roues, 1^m,40.

Poids de la machine chargée, 25 tonnes.

Les trains monteraient la rampe avec leur machine en tête, et poussés par une machine de renfort, qui redescendrait ensuite, soit seule, soit en tête d'un train descendant. Le train, arrivé au sommet du plan incliné, continuerait sa marche sans s'arrêter. Chaque train descendant aurait en tête un wagon-frein à six roues, remonté par un des convois ascendants, la machine et son tender, et par conséquent un nombre suffisant d'appareils, pour modérer dans tous les cas la vitesse, avec le concours des freins des voitures, et même pour arrêter en cas d'accident. Les trains descendent le plan incliné d'Harzburg avec un petit nombre de freins ordinaires.

Pour prévenir l'usure trop rapide des machines de renfort, on pourrait facilement éviter de les

autrichien a fait construire une partie de ses machines locomotives avec les dimensions suivantes :

Diamètre des pistons	0 ^m ,395	} Charge sur les roues motrices : 9 tonnes.
Course	0, 578	
Diamètre des roues motrices	1, 264	

faire passer sur des changements de voie à petit rayon, en les faisant descendre sur la voie montante et stationner sur des prolongements rectilignes de cette voie, sur laquelle viendraient se placer les trains, au moyen d'aiguilles ordinaires.

Je supposerai aux machines qui remorquent les trains les dimensions que l'on donne actuellement aux machines à voyageurs.

Diamètre des pistons, 0^m,38;

Course, 0^m,46;

Diamètre des roues, 1^m,68.

Poids de la machine et du tender, 25 tonnes.

Des machines semblables, pourvues d'un système de distribution à détente variable, seraient très-convenables pour parcourir en un seul trajet les 86 kilomètres qui séparent Cologne de la frontière de Belgique.

Je supposerai enfin que ces deux classes de machines fonctionnent à la pression de 5^{atm} 1/2 à 6 atmosphères absolues, et que la pression effective utile soit dans les cylindres, pour les unes et les autres, de 4^{atm} 25 par centimètre carré, à la vitesse de

15 kilomètres à l'heure, ce qui est à peu près la vitesse imprimée aux wagons par la machine fixe.

En reprenant la formule déjà employée, substituant aux signes algébriques les valeurs numériques qui viennent d'être indiquées, et faisant de plus $f = 6^{kg},0$ et $g = 26^{kg},3$, on a pour le poids total que peut remonter,

	tonnes
1° La machine de renfort	$P = 101,1$
2° La machine à voyageurs	$P = 52,0$
	$\text{Total } 153,1$

En retranchant de cette somme le poids de la machine de renfort, de la machine ordinaire et de son tender, et du wagon-frein qu'il faut remonter à chaque voyage, soit 58 tonnes, il restera 95 tonnes pour le poids brut du train qui pourra être remorqué sur le plan incliné. En prenant pour poids moyen des wagons $5^{ton},5$, chiffre résultant des relevés faits pour l'année 1844 entière, on trouve que ce poids représente un train moyen de dix-sept wagons.

Cette limite est rarement dépassée pour les trains de voyageurs ; elle l'est toujours pour les trains de marchandises. Il faudrait donc, dans quelques cas exceptionnels, monter en deux fois les trains de

voyageurs, ce qui se fait régulièrement à presque tous les convois avec les machines fixes. Tous les trains de marchandises se monteraient en deux parties.

Pendant l'été, il part d'Aix-la-Chapelle pour la Belgique quatre trains de voyageurs et un train de marchandises, et pendant l'hiver, trois trains de voyageurs et un train de marchandises. J'admettrai que la machine de renfort doit faire chaque jour, pendant toute l'année, sept ascensions du plan incliné, ce qui revient à supposer que, dans l'hiver, on dédouble seulement le train des marchandises, et dans l'été, le train des marchandises et deux trains de voyageurs, pour les monter à deux reprises différentes.

Je supposerai qu'il soit nécessaire, pour une seule machine en service par jour, ne travaillant qu'un jour sur deux, d'avoir trois machines coûtant chacune 55,000 francs, et deux équipes de mécaniciens et de chauffeurs. Je suppose qu'à la remonte, la consommation des machines soit de 40^h par kilomètre parcouru, pour 2,500 mètres de parcours à pleine charge, et de 5^h par kilomètre à la descente, pour 3,500 mètres de parcours, y compris les mouvements de gare; la moyenne sera de 20^h par kilomètre, pour un parcours de 6 kilomètres, montée et descente comprises. J'estime la consumma-

tion pour l'allumage à 150^{ks} chaque jour, la consommation en stationnement à 25^{ks} par heure; la consommation journalière sera, pour sept voyages, égale à 1,265^{ks}, que je compterai à 28 francs la tonne. (Le prix de revient de la compagnie est de 26 francs aux fours à coke d'Eschweiler.)

C'est avec ces données que j'ai dressé le devis ci-joint, pour la dépense annuelle de l'exploitation du plan incliné par locomotives :

	fr.	c.
2 mécaniciens à 7 fr. 50 c. par jour.	5,475	00
2 chauffeurs à 3 fr. 75 c..	2,737	50
461 ^{tonn.} ,7 de coke à 28 fr.	12,928	00
Réparation des machines à 35 c. par kilomètre parcouru.		
Huile et suif.	05	
Total . . . 40	6,132	00
Frais de traction de la machine à voyageurs en tête du train, à 1 fr. 10 c. par kilomètre et 5 kilomètres pour un tour double, et 6 voyages par jour.. . . .	12,045	00
2 aiguilleurs et 4 gardes-frein à 2 fr. l'un..	2,190	00
Entretien des wagons-freins.	450	00
Intérêt des frais d'acquisition du matériel :		
3 machines à 55,000 fr. l'une, 165,000 fr., à 4 p. 0/0..	6,600	00
Total.	48,557	50

Ou par wagon (montant ou descendant) 0^r,989.

Il résulte de cette comparaison que l'exploitation du plan incliné au moyen de locomotives présenterait, sur le système actuel, une économie de 16,7 pour 100. Ce rapport est un minimum; il deviendrait plus considérable, si l'on pouvait tenir compte des dépenses exceptionnelles qu'a occasionnées, en terrassements et en travaux d'art, l'établissement du plan incliné, et surtout si l'on comparait les résultats de ce système d'exploitation avec ceux que donnerait le remorquage des trains sur une rampe dont l'inclinaison serait réduite à 15 ou 20^{mm} par mètre, rampe qu'il eût été facile d'obtenir en contournant les inégalités du sol.

Il est, du reste, juste de dire qu'à l'époque où les travaux ont été entrepris, la construction des locomotives très-puissantes était loin d'être aussi avancée qu'à présent, et que la solution du problème était peut-être la meilleure pour l'époque où elle a été adoptée.

Les ingénieurs allemands qui, depuis, ont eu à projeter des chemins à pentes rapides, dans le Wurtemberg, en Bavière et en Autriche, n'ont pas hésité à donner la préférence aux locomotives.

Ce système présenterait en outre d'une manière générale, et pour le cas particulier du chemin de fer rhénan, l'avantage d'une plus grande célérité

et d'une plus grande régularité dans le service. La rupture d'un câble sur un plan incliné est peu dangereuse; mais il en résulte une interruption totale du service, jusqu'à ce qu'il ait été réparé ou remplacé. On doit donc considérer l'exploitation d'un plan incliné comme plus avantageuse avec des locomotives qu'avec des machines fixes, sauf peut-être le cas d'une circulation considérable, comme on en rencontre sur quelques chemins affectés spécialement au transport des houilles.

Le chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld offre une solution fort simple de la difficulté du remorquage de trains sur les plans inclinés. Il présente, sur une longueur de 2,448 mètres, une rampe de 33^{mm},3 par mètre en descendant d'Elberfeld à Dusseldorf; une machine fixe, de la force de quarante chevaux, placée au sommet du plan incliné, a été construite pour mettre en mouvement un câble sans fin, auquel on attachait à la fois un train montant et un train descendant. On faisait passer la locomotive d'une partie à l'autre du chemin, pour éviter de multiplier le nombre des machines en service, la longueur totale du parcours étant seulement de 28 kilomètres. Les heures de départ, aux deux extrémités, étaient calculées pour faire coïncider le passage des trains sur le plan incliné. On ne tarda pas à reconnaître que l'on pouvait se passer de l'effort développé par la machine, et qu'il suffisait de

Chemin
de Dusseldorf
à Elberfeld.

faire fonctionner les locomotives en tête des trains, l'une descendant, l'autre montant. Une machine de réserve, destinée à porter secours aux trains en retard, stationne au sommet du plan incliné, et peut servir à remonter, en s'attachant à la branche descendante du câble, les trains extraordinaires qui arrivent de Dusseldorf; ceux qui arrivent d'Elberfeld descendent sous l'action des freins. Par une heureuse coïncidence, il existe à la partie supérieure des carrières de pierre calcaire, qui servent à l'approvisionnement de la ville de Dusseldorf; on en tient toujours quelques wagons en réserve, destinés à équilibrer les trains montants, lorsqu'ils sont trop lourds pour entraîner les trains descendants; mais comme le transport des marchandises s'effectue par les trains de voyageurs, et que le mouvement est plus considérable à la descente qu'à la remonte, il est rarement nécessaire de recourir à cet expédient. Le service se fait très-régulièrement; cependant, un procédé semblable n'est applicable qu'à un chemin d'un petit parcours, sur lequel les retards n'ont que peu d'importance, et où toutes les conditions favorables que l'on trouve entre Elberfeld et Dusseldorf se rencontrent. On se sert maintenant d'un câble en fil de fer simple, dont chaque extrémité est attachée à l'une des locomotives; un vieux câble, recouvert par une gouttière en planches renversées, est en réserve dans l'entre-voie, pour parer le plus promptement possible aux interruptions qu'entraînerait la rupture du câble en service.

Les fortes pentes sont nécessairement une source de dépenses pour l'exploitation des chemins de fer. On ne doit évidemment les admettre dans un tracé, qu'autant que les frais de travaux d'art et de terrassements nécessaires pour les éviter, sont beaucoup plus considérables que le capital correspondant à l'augmentation des frais d'exploitation prévus ; il ne suffit pas que les charges imposées à la traction paraissent être sensiblement inférieures à l'intérêt du capital excédant, qui serait déboursé pour éviter ces pentes ; il faut tenir compte aussi du développement progressif des chemins de fer, de l'importance, inappréciable aujourd'hui, que prendra leur trafic dans un certain nombre d'années, et ne sacrifier l'exploitation qu'en présence d'économies considérables à réaliser sur la construction.

Influence
des pentes sur
les dépenses
d'exploita-
tion.

Il faut en outre, dans chaque cas particulier, avoir égard aux circonstances locales, qui peuvent influencer sur le choix à faire. Une rampe partant d'une station principale, dans laquelle se trouve forcément établi un dépôt de matériel et une machine de secours, comme sur le chemin de fer d'Orléans à la station d'Étampes, pourrait n'entraîner pour l'exploitation, qu'un faible excédant de dépenses, à cause même de sa situation.

Si les machines locomotives qui ont été construites pour l'exploitation de ce chemin, avaient,

Circonstances
locales.

comme la plupart de celles que l'on construit maintenant pour utiliser la détente variable de la vapeur, des cylindres de 0^m,380 de diamètre, les trains de voyageurs, sauf des cas accidentels, qui rentreraient dans ceux où l'intervention d'une machine de secours est nécessaire, pourraient franchir sans renfort la rampe de 8^m par mètre qui succède à la station d'Étampes ; il serait inutile d'entretenir en permanence une machine spéciale, qui fait l'office de remorqueur pour tous les trains. Le renfort serait fourni sans inconvénient aux convois de marchandises qui, du reste, remontent généralement aux trois quarts vides, et qui arrivent à Étampes lorsqu'il n'y a pas de trains attendus, par la machine de secours ordinaire. Sur le chemin de Versailles (rive gauche) il existe une pente de 10^m par mètre qui ne fait pas obstacle à la circulation des trains les plus lourds, qui peuvent la franchir avec la vitesse acquise, parce qu'elle est très-courte. La rampe d'Étampes inclinée en sens contraire ou située entre deux stations principales, loin d'une machine de secours, exigerait nécessairement la mise en service permanent d'une machine de renfort spéciale ; il en serait de même de la rampe de 10^m par mètre du chemin de fer de Versailles (rive gauche), si elle avait seulement 2,000 mètres au lieu de 900 mètres de longueur.

J'ai cité ces exemples pour montrer combien sont

nombreuses et délicates les considérations qui doivent entrer en ligne de compte, lorsqu'il s'agit d'intercaler dans un train, à faibles inclinaisons, une pente considérable.

Depuis que l'emploi devenu général de la détente variable permet de donner aux cylindres une grande capacité, sans nuire à l'économie du combustible, et par conséquent d'augmenter la puissance de traction des machines, des pentes de 8 à 10^m par mètre ne suffiraient pas pour créer un obstacle invincible à la circulation des voyageurs; elles produiraient seulement une augmentation dans la consommation du combustible, en raison de leur étendue; quelquefois, par des temps de neige et de verglas, elles pourraient occasionner des retards. En effet, la charge des trains de voyageurs est limitée par deux causes : 1° par la convenance du service, qui oblige à répartir les trains entre les diverses heures de la journée, et à les multiplier autant que l'activité de la circulation le permet; 2° par le danger de mettre en mouvement, à grande vitesse, des masses très-lourdes. Mais l'existence de quelques pentes et rampes de ce genre, dans un tracé très-peu incliné dans toutes ses autres parties, réagirait de la manière la plus défavorable sur le trafic des marchandises. Le transport des marchandises ne peut s'effectuer économiquement qu'à la condition de se faire par trains considérables; en partant du chiffre de 6^t, que j'ai adopté pour le

Influence
sur le service
des marchan-
dises.

frottement d'un convoi à petite vitesse, il est évident qu'une machine, pesant avec son tender 24 tonnes, qui, sur un tracé à pentes de 4^{mm}, remorquerait un train de 250 tonnes brutes, ne pourrait plus remorquer que 147 tonnes sur une rampe de 10^{mm} par mètre; il faudrait par suite, ou bien mettre des machines de renfort au pied de tous les plans inclinés, ce qui serait ruineux s'ils étaient nombreux et isolés les uns des autres, ou bien dédoubler tous les trains, ce qui doublerait les frais de traction et une partie des frais de conduite et gênerait la circulation sur un chemin fréquenté, ou bien enfin, employer deux machines pour remorquer tous les trains de marchandises, ce qui aurait encore l'inconvénient de doubler au moins les frais de traction.

La même machine qui, sur un chemin dont la pente maximum serait réglée à 6^{mm} par mètre, remorquerait une charge brute de 200 tonnes, ne pourrait plus traîner que 100 tonnes environ, s'il existait çà et là sur le parcours des plans inclinés à 16^{mm} de pente. Cette observation mérite d'autant mieux d'être prise en considération que la tendance actuelle, parfaitement justifiée par la théorie et la pratique, est d'effectuer le transport des marchandises par masses considérables au moyen de machines très-puissantes; c'est seulement ainsi que les chemins de fer arriveront à soutenir avantageuse-

ment la lutte contre les voies navigables, et à transporter des matières telles que les houilles, le plâtre, etc., qui paraissaient ne devoir rentrer que d'une manière accidentelle dans leur sphère d'activité. On construit dans ce but, en Angleterre, des machines à six roues accouplées qui dépassent de beaucoup la taille des machines ordinaires. Le célèbre constructeur américain Norris, qui vient d'établir à Vienne des ateliers de construction, fabrique des machines qu'il garantit capables de remorquer en tout temps, sur des rampes de 6^{mm} ,7 par mètre et à la vitesse de 20^{km} à l'heure, des trains de 200 tonnes, et sur des plans inclinés de 25^{mm} par mètre à la vitesse de 15^{km} , des trains de 80 tonnes.

Au point de vue de la sécurité, les pentes jusqu'à 10^{mm} par mètre n'offrent pas de dangers plus grands que les parties de niveau. Les freins placés sur les voitures et sur le tender, et la machine, dont les pistons peuvent être pressés par la vapeur en sens contraire de leur mouvement, suffisent pour modérer la vitesse. Les mécaniciens et les conducteurs sont plutôt disposés, à la descente, à s'exagérer un danger dont ils comprennent la cause, qu'à négliger les précautions nécessaires. Il suffit du reste que les chefs de l'exploitation aient la ferme volonté de faire suivre les mesures de précaution prescrites, pour qu'elles soient toujours observées. Sur les rampes dont l'inclinaison dépasse 10^{mm} par mètre, Sécurité.

on peut faire usage des freins-Laignel et se donner toutes les garanties de sécurité désirables. La seule précaution exceptionnelle à prendre, c'est de placer toujours un wagon à frein en queue du convoi.

Abus des
fortes pentes.

Dans quelques cas, en Allemagne, on paraît avoir sacrifié, sans motifs bien décisifs, les intérêts de l'exploitation à l'économie des frais de premier établissement. Cette remarque peut s'appliquer en particulier au chemin de Vienne à Trieste, où l'on aurait pu, en exécutant un tunnel d'une longueur considérable, réduire les pentes à 10^{mm} par mètre, et au chemin de Stuttgart à Ulm, où l'on aurait pu réduire de 22^{mm} à 10^{mm} par mètre la pente d'un plan incliné, soit en dépensant 1,720,000 francs de plus, soit en faisant un détour de $7^{\text{km}},5$. La nécessité de ne pas laisser interrompre pendant plusieurs années la grande ligne de communication de Vienne à Trieste, dans le premier cas, des motifs de stricte économie commandés par les ressources financières disponibles dans le second cas, ont dû exercer une grande influence sur les résolutions adoptées.

Résumé.

En résumé, l'expérience des faits que l'on peut recueillir en Allemagne démontre que des chemins de fer, présentant des rampes de 20 à 25^{mm} par mètre, peuvent être exploités au moyen des locomotives, et que généralement ce système est préférable à celui des plans inclinés à câbles. Je crois

avoir démontré, en outre, que sur un tracé favorable dans la plus grande partie de son étendue, on ne doit, dans l'intérêt bien entendu de l'exploitation, introduire qu'avec la plus grande réserve et lorsque de puissants motifs d'économie en justifient le choix, des pentes exceptionnelles, qui obligeraient à fractionner les trains ou à multiplier les machines de renfort, et dans tous les cas à grever la circulation présente et future de frais considérables. On doit, dans ce cas, user d'une circonspection d'autant plus grande que la rectification d'un chemin de fer ne pourra se faire, le plus souvent, qu'en changeant son tracé sur de grandes étendues et en déplaçant des intérêts que son établissement même aura fait naître. Il est à regretter que dans la discussion de questions de ce genre on soit souvent arrêté par une disette complète d'expériences pratiques bien faites. C'est pour tâcher d'y suppléer que je suis entré dans quelques discussions numériques sur le travail et la puissance des machines locomotives.

§ 2. — COURBES.

On s'accorde généralement à regarder l'existence des courbes d'un petit rayon, dans un tracé de chemin de fer, comme une circonstance fâcheuse; mais on n'est pas également d'accord sur l'importance des inconvénients qu'elles présentent, et sur la li-

Courbes de
petit rayon.

mite à laquelle commence le mal. Cette question est plus complexe que celle des pentes, et l'on manque encore bien plus de données expérimentales qui puissent servir à la résoudre. Le tableau intercalé au commencement de ce chapitre fait voir quelles différences on rencontre sur les chemins de fer allemands, pour le minimum fixé pour le rayon des courbes. Ces différences sont dues à l'existence de deux systèmes de matériel construits sur des principes distincts et dont l'un a été combiné pour la circulation dans les courbes de très-petits rayons; mais on doit encore en rechercher la cause dans la diversité des opinions reçues à cet égard.

Chemins de
fer
autrichiens.

En Autriche, les ingénieurs qui construisent les chemins de fer de l'État ont adopté le système de voitures et de machines américaines, dans lequel on rapproche les essieux et on les assujettit deux à deux à un châssis partiel, mobile autour d'une cheville ouvrière fixée au châssis général. Ils ont adopté ce système afin de pouvoir tourner les difficultés que présentait un sol montagneux, dans les diverses directions où ils ont eu à projeter des tracés. Sur le chemin de Vienne à Trieste, les courbes ont, dans les parties les moins accidentées, un rayon minimum de 285 mètres; mais pour franchir le Semmering, on a pu réduire ce minimum à 190 mètres. Ces dimensions sont acceptables pour des voitures

et des machines dans lesquelles l'écartement de deux essieux d'une même couple, fixés invariablement sur un même châssis, ne dépasse pas 1^m,60. Sur le chemin de fer du grand-duché de Bade, au contraire, où l'on a fait choix du matériel ordinaire ou anglais, on fait circuler, dans une courbe de 180^m de rayon, des machines à six roues dont les essieux extrêmes, assujettis à un même châssis rigide, sont distants l'un de l'autre de 3^m,30. Il y a là une exagération évidente que l'on doit attribuer à un désir peu réfléchi d'économie.

Chemin de fer
de Bade.

Cette courbe est située à la station d'Appenweier, où elle sert à rattacher l'embranchement de Kehl à la ligne principale; elle ne peut manquer d'exercer une action destructive très-marquée sur le matériel. Les frottements durs, qui se produisent au contact des roues et des rails, impriment aux voitures un mouvement de trépidation très-sensible pour les voyageurs. Sur ce chemin, les courbes à petit rayon ont été placées généralement près des stations, où les trains n'arrivent et ne se remettent en marche qu'avec une petite vitesse. On compte, auprès de sept stations, des courbes dont le rayon est compris entre 180 et 345 mètres; il existe en outre, sur les frontières de la Suisse, en plein parcours, des courbes de 360 mètres de rayon. Partout ailleurs la limite inférieure est fixée à 900 mètres.

Sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Fer-

Chemins
divers.

dinand, le minimum du rayon des courbes est de 756 mètres, sauf une exception à l'embranchement du chemin de fer de Stockerau, à une station où s'arrêtent tous les trains, et où l'on a admis un rayon de 570 mètres pour faciliter la jonction des deux lignes qui divergent à angle droit.

Sur le chemin de Dusseldorf à Elberfeld, où l'on a rencontré un terrain très-accidenté, on trouve une courbe de 565 mètres; sur celui du Rhin, pour rapprocher la station d'Aix-la-Chapelle du centre de la ville et la disposer dans un emplacement favorable, on a tracé une courbe de 316 mètres de rayon, sur le sommet de laquelle se trouve placé le centre de la station. Sur le chemin de Leipzig à Dresde, qui contourne une partie de la ville de Leipzig pour arriver à la station, on a fait entrer la ligne dans la gare par une courbe de 395 mètres. On trouve enfin, sur le chemin de Hannovre à Brunswick, une courbe de 684 mètres de rayon destinée à faciliter l'embranchement des chemins de Celle et Harburg.

Ce sont là les exceptions principales que l'on rencontre sur les chemins construits en Allemagne, pour recevoir le matériel anglais. En les mettant de côté, il ne reste plus que des courbes dont le rayon minimum ne descend pas au-dessous de 800 mètres. Les chemins du Wurtemberg, de la Bavière et de

l'Autriche, projetés ou en construction, présenteront de nombreuses courbes d'un rayon inférieur à 300 mètres ; elles seront sur des parties exploitées au moyen du matériel américain. J'examinerai plus tard en détail quels sont les avantages de ce matériel pour les tracés en pays montagneux.

Le chemin de Budweis à Linz, exploité au moyen de chevaux, a des courbes dont le rayon est inférieur à 20 mètres.

A défaut de données expérimentales qui puissent ^{Inconvénients des courbes de petit rayon.} fixer les idées sur les inconvénients des courbes de petit rayon, j'examinerai *à priori* quels sont ces inconvénients, et quel peut être leur degré d'importance.

Les courbes exercent une triple influence sur la circulation des convois : elles sont une cause de résistance au mouvement, elles déterminent l'usure du matériel et des rails, elles sont une source de danger lorsqu'elles sont franchies à grande vitesse.

Lorsqu'un wagon à quatre roues, dont les deux ^{Augmentation de résistance.} essieux sont maintenus parallèles par les plaques de garde et le châssis, est en mouvement dans une courbe, il se trouve soumis à l'action de plusieurs causes de résistance.

Solidarité
des roues et
des essieux
et
parallélisme
des essieux.

Si l'on suppose un wagon dont les roues soient cylindriques et les deux essieux invariablement parallèles, mis en mouvement sur une courbe, il tendra nécessairement, abstraction faite de la force centrifuge, à se mouvoir en ligne droite, et il ne suivra la courbe qu'autant qu'il y sera ramené par l'action d'une cause permanente. Le mouvement de glissement très-complexe auquel chacune des quatre roues est alors soumise, peut se décomposer à chaque instant suivant deux directions, l'une normale et l'autre tangentielle à la courbe; il en résulte des frottements dont le premier, perpendiculaire à la direction du mouvement, n'a pas d'action immédiate sur la force motrice, et dont le second est proportionnel à la largeur de la voie et en raison inverse du rayon de la courbe. Celui-ci détruit à chaque instant une portion égale de la force de traction appliquée dans le sens du mouvement. Le frottement transversal est seulement proportionnel au poids de la voiture. Un wagon ainsi construit ne peut être maintenu sur une courbe qu'au moyen de mentonnets ou rebords appliqués sur le bandage des roues. Ces rebords, et plus particulièrement celui de la roue de devant *extérieure*, et celui de la roue de derrière *intérieure* par rapport à la courbe, s'appuient sur les rails et font pivoter successivement le wagon. La différence des chemins parcourus est rachetée par le glissement qui en résulte dans le sens du mouvement de translation. Ce glis-

sement affecte soit les deux roues d'un même côté, soit les quatre roues à la fois, en faisant avancer celles qui sont sur la convexité et rétrograder celles qui sont sur la concavité de la courbe. Le travail résistant produit par ce glissement est en somme peu important, parce que l'espace parcouru par son point d'application est peu considérable. Sa valeur est donnée par la formule $\frac{1}{2} P f \frac{e}{R} L$, dans laquelle P est le poids du wagon, f le coefficient du frottement, que je suppose égal à $\frac{1}{6}$ ou à 167 kilogrammes par tonnes, e la largeur de la voie, R le rayon de la courbe, et L le chemin parcouru par le wagon. La force résistante appliquée en sens contraire de l'effort de traction, et équivalente à ce frottement, est donc égale à $\frac{1}{2} P f \frac{e}{R}$. Si l'on suppose un convoi de 75 tonnes lancé à la vitesse de 40 à 50 kilomètres à l'heure, éprouvant dans son mouvement en ligne droite une résistance de 10 kilogrammes par tonnes, ou totale de 750 kilogrammes, pour surmonter la résistance additionnelle due au glissement sur les roues, par suite de l'inégalité des chemins parcourus, il faudrait lui appliquer un effort supplémentaire égal :

Dans une courbe de :

1000 ^m de rayon à 9 ^k 5,0	soit 1,2 p. 0/0	de l'effort de traction
800	11,2	1,5 en ligne droite.
600	15,0	2,0
400	22,2	3,0

Cette cause de résistance, à laquelle on a quelquefois attribué à tort une grande influence, n'a que peu d'importance, et il n'y aurait pas à s'en préoccuper dans la pratique, si les roues cylindriques ne présentaient pas d'autres inconvénients.

Frottement
des men-
tonnets contre
les rails.

Le principal obstacle au mouvement de translation, qu'éprouverait un wagon placé dans les conditions que j'ai supposées, résulterait du frottement contre les rails des mentonnets des roues, qui font à chaque instant dévier le wagon de la direction rectiligne qu'il tend à prendre, pour le faire cheminer dans la courbe. Ce frottement agit à la circonférence des roues, et crée par conséquent un travail résistant considérable; il l'est d'autant plus que ce n'est pas alors un frottement de glissement entre surfaces polies, mais un frottement dur qui se produit. C'est donc principalement cette cause de résistance qu'on doit s'attacher à détruire.

Jeu de la voie
et conicité.

On a remédié d'abord aux inconvénients, que présente la forme cylindrique des roues de wagons, en ménageant du jeu entre les mentonnets et les rails, c'est-à-dire en donnant aux roues un écartement moindre que celui des rails, et en donnant aux bandages la forme de troncs de cône dont la petite base est tournée en dehors. Depuis peu de temps, on commence à compléter ces dispositions ingénieuses, en supprimant les plaques de garde destinées à

maintenir le parallélisme des essieux, ou mieux encore, en ménageant entre elles et les boîtes à graisse un jeu tel, qu'elles ne servent plus réellement que comme appareils de sûreté, en cas de rupture des ressorts. Les essieux peuvent ainsi se déplacer et converger vers le centre de la courbe; on favorise encore cette tendance en se servant de menottes en cuir ou en fer pour suspendre la caisse aux extrémités des ressorts.

Jeu dans
les plaques
de garde.

En Allemagne, on ménage généralement, entre les mentonnets des roues et les rails, dans les parties rectilignes, un jeu total de 2 centimètres que l'on porte jusqu'à 2,5 et 3 centimètres dans les courbes; la conicité des roues est généralement de $1/16$.

Théoriquement, ces dispositions peuvent suffire pour faire disparaître, dans les courbes, les causes de résistance au mouvement des wagons qui viennent d'être signalées, abstraction faite de la force centrifuge dont je m'occuperai plus tard; en réalité, elles les annulent presque complètement lorsqu'on adopte des dimensions suffisantes pour le jeu et la conicité. On fait usage maintenant, en Allemagne, de grandes voitures à six roues supportées par des ressorts d'une forme particulière; ces ressorts sont attachés à la caisse au moyen de menottes articulées, et suspendues aux boîtes à graisse par des anneaux. Cette disposition permet aux essieux de se

déplacer dans le sens transversal, et de converger avec facilité.

Si l'on désigne par : R le rayon de la courbe, par e l'écartement des rails ou la largeur de la voie, par r le rayon des roues, par l l'écartement des deux essieux dans leur état de parallélisme, par $1/a$ la conicité ou le rapport de la hauteur à la base du triangle rectangle formé par le profil du bandage des roues, par X la quantité dont le wagon doit se déplacer en masse pour que les chemins parcourus par les roues des deux côtés soient égaux, ou la moitié du jeu total qu'il faut ménager entre les mentonnets et les roues, par Y la quantité dont l'extrémité de chaque essieu doit se déplacer dans sa plaque de garde pour converger vers le centre de la courbe, l'autre extrémité restant fixe, on a $X = a \frac{er}{R}$ et $Y = 1/2 l \frac{e}{R}$; si l'on suppose $a = 16$, $r = 1^m$, et $l = 2^m,60$, ce qui a lieu le plus généralement, on aura :

	m/m.	m/m.
Pour une courbe de 1000 ^m de rayon	$2 X = 23,0$	$Y = 1,9$
800	28,8	2,3
600	38,4	3,6
400	57,6	4,7

Il résulte de ce tableau que les dimensions le plus généralement adoptées en Allemagne, pour faciliter le passage dans les courbes, sont insuffisantes pour détruire toute tendance au glissement et au frotte-

ment des mentonnets contre les rails, dans des courbes au-dessous de 800 mètres de rayon. — Il faudrait, pour détruire les résistances dont les effets viennent d'être signalés, dans les courbes de petit rayon qui existent sur plusieurs chemins allemands, augmenter le jeu jusqu'à 5 centimètres et souvent même au delà, ou adopter une conicité plus grande, ce qui aurait, du reste, quelques inconvénients.

J'ai fait abstraction jusqu'à ce moment de la force centrifuge, qui agit sur les wagons en mouvement dans une courbe, et tend à les faire échapper suivant la tangente. Dans les wagons que j'avais pris plus haut pour exemple, la force centrifuge ne serait combattue que par la réaction des rails sur les mentonnets des roues ; il en résulterait, pour peu que la vitesse du wagon fût un peu grande, une pression considérable et des frottements qui nécessiteraient une dépense considérable de force motrice. En effet, la force centrifuge est représentée par l'expression $\frac{p v^2}{g R}$, dans laquelle g est la force accélératrice de la pesanteur égale à 9^m,81, et p la vitesse en mètres par seconde. A la vitesse de 12 mètres par seconde, le convoi de 75 tonnes que j'ai pris pour type serait soumis à l'action d'une force centrifuge égale à 1,100 kilogrammes dans une courbe de 1,000 mètres de rayon, 1376 ^{kg} dans une courbe de 800^m, etc.

Force
centrifuge.

Exhaussement
du rail
extérieur.

L'écartement des rails et la conicité des roues sont de nature à diminuer cette résistance, si les dimensions en sont suffisantes, pour permettre au wagon de se déplacer au delà de la position qui correspondrait à l'égalité des chemins parcourus sur les deux rails; la différence des rayons sur lesquels roulent les roues dépassant la limite qui correspond à un glissement nul, les roues tendraient à décrire constamment une courbe de rayon plus petite que celle formée par l'axe de la voie. Mais cet obstacle à l'action de la force centrifuge n'a que bien peu d'importance, et est tout à fait insuffisant, surtout dans les courbes de petit rayon, où le jeu de la voie permet à peine, le déplacement nécessaire pour éviter le glissement des roues. Il est nécessaire de surélever le rail extérieur, afin que le wagon se trouve sur un plan d'une inclinaison telle, que la composante de la gravité, parallèlement à ce plan, fasse complètement équilibre à la force centrifuge. Je ne reproduirai pas ici les calculs qui servent à fixer la différence de hauteur des rails en raison de la vitesse et du rayon des courbes, ils ont été déjà souvent développés; j'insisterai seulement sur la nécessité de ne jamais rester au-dessous de la limite théorique calculée pour la vitesse maximum des trains. Il y a tout intérêt pour l'économie de la force motrice, la conservation du matériel et la sûreté de la circulation, à ce que le boudin des roues extérieures ne vienne jamais porter sur le rail, ou

tout au moins n'exerce pas sur lui une pression considérable. Il n'y a jamais de danger au contraire à ce que le contact ait lieu sur le rail intérieur qui présente aux roues sa convexité; lors même qu'une roue monterait sur ce rail, il n'en résulterait pas nécessairement un déraillement, parce que le mouvement tendant à se continuer en ligne droite, elle retomberait forcément dans l'intérieur de la voie.

Sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, en posant la voie, on a donné dans les courbes une surélévation de 13 à 46 millimètres au rail extérieur, quoique le rayon minimum ne soit pas au-dessous de 1,600 mètres. Pour le chemin de Trieste, dont le matériel doit circuler sur le chemin de Vienne à Gloggnitz, on donne aux roues une conicité de $1/16$, égale à l'inclinaison des rails de ce chemin; mais il n'est pas douteux que dans les courbes on ira, comme en Amérique sur le chemin de fer de Baltimore à l'Ohio, qui a servi de modèle aux chemins de fer du gouvernement autrichien, jusqu'aux dernières limites pour la surélévation du rail extérieur. M. Ghega, ingénieur autrichien envoyé aux États-Unis par son gouvernement, cite, sur ce chemin de fer et sur un pont courbe jeté sur le Potomac, deux courbes, l'une de 91 mètres de rayon sur le pont même, et l'autre de 61 mètres aux abords, qui présentent une différence de niveau de 10 à 12,5 centimètres; ces courbes sont fran-

chies, comme les autres parties de la ligne, avec des vitesses de 30 kilomètres à l'heure. Sur ce même chemin, la conicité des roues est de $1/7$, et le jeu de la voie, égal à 2 centimètres en ligne droite, est porté au double, soit à 4 centimètres, dans les courbes; le matériel est construit d'après le système américain.

Application
aux
machines.

Dans les machines à six roues, les essieux des roues antérieures et des roues motrices sont fixés dans les plaques de garde, qui maintiennent leur parallélisme d'une manière invariable. Les roues de derrière, dans les machines à voyageurs, peuvent seules recevoir un jeu suffisant pour qu'au passage des courbes l'essieu se dirige vers le centre. Le parallélisme des deux premiers essieux engendre encore des frottements de glissement, mais qui n'ont que peu d'importance, si la conicité, l'écartement des rails et le surexhaussement du rail extérieur sont dans les proportions nécessaires pour empêcher le contact des mentonnets contre les rails. Dans les machines à marchandises dont les roues de derrière sont accouplées avec les roues motrices, ou dans les machines à six roues accouplées, les frottements de glissement sont plus considérables; mais toutes les fois que les rebords des roues ne viennent pas s'appuyer contre les rails, ces résistances peuvent être négligées, car les espaces parcourus dans le sens des frottements produits sont toujours très-petits,

et le travail résistant qu'elles engendrent n'a qu'une faible valeur par rapport au travail moteur total développé par la machine.

Lorsque la rigidité du châssis est complète, et que les plaques de garde n'ont pas de flexibilité dans le sens transversal à la voie, le mentonnet de la roue du milieu, ou ceux des roues extrêmes, peuvent entrer en contact avec les rails, si le rayon de la courbe et le jeu de la voie sont trop petits pour que les six roues puissent s'inscrire entre eux. Il faut, pour que ce contact n'ait pas lieu forcément, que le jeu de la voie soit au moins égal à la flèche de l'arc soutendu par une corde égale à la distance des essieux de devant et de derrière; mais, dans la pratique, cette condition est toujours remplie, car un jeu total de 0^m,026 serait plus que suffisant dans une courbe de 100 mètres de rayon seulement.

On voit, par ce qui précède, que des wagons, disposés comme je l'ai indiqué, pour se prêter à la convergence des essieux, et présentant une conicité suffisante pour que les rayons momentanés des roues soient proportionnels au développement des deux lignes de rails, pourront franchir, sans résistance bien appréciable, des courbes dont le rayon sera inférieur à la limite de 1,000 mètres généralement adoptée, si le jeu de la voie, c'est-à-dire la

Limite à fixer
pour le rayon
minimum
des courbes.

différence qui existe entre l'écartement des rails et celui des mentonnets des roues, est assez grand pour qu'il n'y ait pas contact ou tout au moins pression des uns contre les autres, et si le surexhaussement du rail intérieur est suffisant pour neutraliser entièrement la force centrifuge.

La limite à laquelle on peut descendre est fixée par le jeu adopté pour la voie, et par la conicité des roues; des motifs, que j'indiquerai plus loin, doivent faire regarder $1/16$ de conicité comme une limite très-convenable; le jeu de la voie ne peut pas, d'un autre côté, être poussé au delà d'une certaine limite, déterminée par la largeur des jantes des roues et celle des rails; une différence d'écartement de 5 centimètres est une limite qui ne semble pas devoir être dépassée. Ces dimensions limiteraient à 500 mètres environ le rayon qui pourrait être donné aux courbes, sans que l'effort de traction à appliquer au train éprouvât une augmentation sensible. Pour les machines, le parallélisme forcé de deux essieux au moins produirait, dans une courbe de ce rayon, une certaine augmentation de résistance; mais, tant que la force centrifuge sera suffisamment neutralisée pour que les mentonnets des roues ne viennent pas frotter sur les rails, cette augmentation, répartie sur tout le convoi, n'affectera pas sensiblement la dépense de force nécessaire pour passer dans la courbe. Les résistances qui se développent

alors dans une machine résultent des glissements sur les rails, et surtout les pressions que la rigidité du châssis, en opposition avec la tendance des roues à la convergence, déterminent dans les coussinets des boîtes à graisse et des bielles d'accouplement.

Dans les expériences faites sur le chemin de fer de Versailles (rive droite), et que j'ai déjà citées, un assez grand nombre d'observations, faites dans une courbe de 800 mètres de rayon, et dans laquelle la force centrifuge n'est pas suffisamment annulée par l'exhaussement du rail extérieur, semblent établir que l'augmentation de résistance, due au passage de cette courbe, n'a pas dépassé 6 pour 100 de celle qui a été constatée dans le mouvement rectiligne.

Je le répète, l'écartement des rails et le surexhaussement du rail sont des conditions indispensables de succès pour l'exploitation de courbes de petit rayon. Il est probable que, dans beaucoup de cas, on a négligé de donner au rail extérieur une hauteur suffisante, et surtout de maintenir cette hauteur dans l'entretien de la voie.

Il faut remarquer que, si la vitesse des trains diffère beaucoup de celle sur laquelle a été réglé le surexhaussement du rail, l'action de la gravité peut l'emporter sur celle de la force centrifuge, et le con-

Uniformité
de vitesse
dans
les courbes
de petit rayon.

tact des mentonnets peut s'établir sur le rail intérieur ; il conviendrait d'adopter, comme base de ce règlement, une vitesse intermédiaire entre celle des convois de voyageurs et de marchandises, d'accélérer la marche des uns et de retarder celle des autres aux abords de ces courbes, qui ne peuvent, du reste, se rencontrer qu'exceptionnellement.

Usure
du matériel.

J'ai cherché à examiner, autant que possible, quelle pouvait être l'influence des courbes de petit rayon sur la résistance à la traction. Il est plus difficile d'apprécier leur influence sur l'usure du matériel. Dans des wagons semblables à ceux que je viens de décrire, il est probable que, dans des courbes d'un rayon inférieur à 1,000 mètres, jusqu'à 500 mètres, elle n'est pas sensiblement plus considérable que dans les alignements droits ; les parties qui souffrent le plus sont, sans doute, les coussinets des boîtes, par l'intermédiaire desquels le déplacement des ressorts s'opère pour produire la convergence. Mais si toutes les proportions nécessaires pour empêcher le contact des mentonnets des roues contre les rails n'étaient pas observées, les bandages s'useraient rapidement à la gorge. Dans les machines, l'usure des bandages et des coussinets doit être plus rapide pour les essieux maintenus parallèles par le châssis ; le mouvement dans les courbes ne peut s'opérer qu'autant que

les roues éprouvent successivement de petits mouvements de pivotement sur les rails, qui usent les bandages et les coussinets. Lorsque les trois essieux sont parallèles, les roues du milieu tendent à se placer sur la même circonférence que celles des extrémités, ou *vice versa* : il en résulte encore des pressions et des frottements des coussinets sur le collet des fusées, indépendamment du glissement des roues nécessaire pour compenser l'inégalité des chemins parcourus. Lorsque l'action de la force centrifuge n'est pas suffisamment détruite, l'usure des bandages, et surtout des bandages des roues antérieures, ne peut manquer d'être rapide. On peut remédier à ces causes d'usure, pour les bandages, en les fabriquant en acier ou en fer aciéré, ainsi qu'on le fait généralement maintenant. Les glissements qui se produisent, lorsque les essieux restent forcément parallèles, doivent évidemment exercer une certaine influence sur leur conservation ; mais il y a tout lieu de croire que des essieux solides, comme ceux que l'on emploie maintenant pour les machines et les voitures, souffriraient peu dans les courbes de petit rayon, si le contact ou le choc des mentonnets contre les rails était toujours évité.

Je crois que, dans beaucoup de circonstances où l'on a réellement constaté une influence destructive très-marquée des courbes de petit rayon (entre

1,000^m et 500^m), elle eût été en grande partie neutralisée si le matériel avait été convenablement disposé pour les franchir, et si le jeu de la voie et le sure exhaussement du rail extérieur avaient été suffisants pour empêcher les mentonnets de presser fortement et de se limer contre les rails. L'usure des rails est sans importance, car on peut les retourner généralement plusieurs fois, et, dans tous les cas, leur entretien est moins dispendieux que celui du matériel.

Danger
des courbes.

Déraillement.

Les courbes de petit rayon, jusqu'à la limite de 500 mètres, que j'ai admise, sont une cause de danger très-grave, si toutes les dispositions nécessaires pour y faciliter le passage du matériel n'ont pas été prises. Si les mentonnets des roues sont en contact avec le rail extérieur, un rail mal posé, formant saillie dans le sens du mouvement, ou déchiré sur son bord, un mentonnet de roue d'un mauvais profil, ou mal soudé et susceptible de se briser par suite de la pression ou d'un choc, peuvent déterminer un déraillement, entraînant à sa suite toutes les conséquences d'un semblable accident. Si tout est disposé, au contraire, pour que les mentonnets des roues extérieures ne puissent, dans aucun cas, s'appuyer ou presser fortement contre les rails, si les essieux et toutes les pièces des machines qui fatiguent dans le passage d'une courbe sont suffisamment solides, et si la vitesse pour laquelle les élé-

ments de cette courbe ont été disposés n'est jamais dépassée, on ne voit pas de motifs qui puissent faire redouter un déraillement. On ne pourrait craindre que l'imprudence d'un mécanicien, qui se lancerait à très-grande vitesse dans une courbe disposée pour une vitesse modérée. Mais il est toujours facile, en y tenant la main, de faire exécuter toutes les mesures nécessaires à la sécurité des transports.

Dans le cas où une courbe de 500 mètres se trouverait placée dans une tranchée ou dans un souterrain, le mécanicien ne pourrait pas voir de très-loin les signaux; on évite en partie cet inconvénient, en faisant en sorte que le garde-ligne, chargé de la surveillance de cette partie du chemin, se tienne toujours sur le sommet de la courbe au moment du passage des trains. Néanmoins, il n'y a jamais qu'une partie de la voie en vue pour le mécanicien, soit directement, soit par l'intermédiaire du garde-ligne. Si l'on suppose que le mécanicien arrivant dans la courbe, sur la voie intérieure à la concavité, se tienne sur la gauche de sa plateforme, et par conséquent au-dessus du rail extérieur, et le garde-ligne sur le bord du fossé, à 1 mètre de la voie extérieure; si l'on suppose, en outre, que le chemin soit encaissé par deux parois verticales, situées à 2 mètres de part et d'autre des rails, la largeur de l'entrevoie étant, d'ailleurs, supposée égale à 2 mè-

Impossibilité
de voir
de loin
les signaux.

tres, le mécanicien apercevra le garde-ligne à la distance de

278^m dans une courbe de 1000^m de rayon ,
 186 » 500^m » ;

de son côté, le garde-ligne ne pourra découvrir entièrement les quatre rails, que jusqu'à la distance de

258^m dans une courbe de 1000^m de rayon ,
 182^m « 500^m »

Il en résulte que la distance totale sur laquelle la surveillance sera directement exercée, à l'instant où le mécanicien commence à apercevoir le garde-ligne sera égale à

526^m dans une courbure de 1000^m de rayon ,
 368 » 500^m » .

Toute la différence portera donc, entre ces deux cas, sur une longueur totale de 168^m, ou si l'on n'a égard qu'au mécanicien sur une longueur de 76^m. Il est peu important que la voie, au moment où le mécanicien commencera à voir le garde-ligne, soit en vue sur une longueur totale de 168^m plus grande dans un cas que dans l'autre, ou qu'il puisse voir, lui-même en avant de la machine, à 76^m plus loin ou moins loin. Il n'y a donc pas une objection bien sérieuse à tirer contre l'adoption de courbes de 500 mètres de rayon, de peu de distance à laquelle

le mécanicien verrait devant lui ; le danger ne serait pas sensiblement plus considérable que dans une courbe de 1000 mètres ; il ne serait, du reste, sérieux dans l'un comme dans l'autre cas, que si la tranchée, dans laquelle j'ai supposé la courbe tracée, se trouvait en assez mauvais état pour faire craindre un éboulement subit au moment où un convoi va passer.

En arrivant, par suite de la discussion qui précède, à cette conclusion que le matériel employé sur nos chemins de fer peut parcourir sans inconvénient sérieux des courbes de rayons compris entre 1000 mètres et 500 mètres, j'insisterai de nouveau sur ce point, que c'est seulement à la condition de prendre certaines précautions qui peuvent être assujétissantes pour l'exploitation et l'entretien de la voie, et à la condition d'user un peu plus le matériel de traction, dans une proportion qu'il serait difficile de fixer. On ne doit donc descendre jusqu'à cette limite inférieure que par des motifs d'économie de quelque poids. Conclusion.

Je n'ai pas parlé plus haut des courbes de changements de voie dont le rayon descend au-dessous de 500 mètres ; ces courbes sont jusqu'à présent des nécessités qu'il faut subir ; elles entrent évidemment pour une large part dans la dégradation du matériel. Elles ne doivent être franchies dans tous les cas qu'à très-petite vitesse.

CHAPITRE IV.

VOIE DE FER ET ACCESSOIRES.

Largeur de la voie. — Nécessité d'une complète uniformité. — Largeur de l'entre-voie. — Rails en fonte, plats, en U renversé, américains, à simple champignon, à double champignon. — Rails plats et bombés. — Supports de la voie, longrines, dés en pierre, traverses; préparation des bois. — Prix de revient de la voie de fer. — Inclinaison des rails. — Jeu de la voie. — Mouvement de lacet. — Changement de voie; signaux. — Plaques tournantes. — Passages de niveau. — Clôtures, barrières, poteaux indicateurs. — Tableau résumé. — Cahier des charges pour la fourniture des rails.

Largeur
de la voie.

La largeur de voie adoptée sur tous les chemins allemands, sauf deux exceptions, est égale à 4^m 8^{po} 1/2 anglais ou 1^m,435; c'est aussi la voie des chemins de fer français et belges, prise en Angleterre où elle se retrouve sur la plupart des chemins de fer anciens et des nouveaux.

Dès l'origine des chemins de fer de Prusse, une disposition législative a prescrit l'adoption générale et uniforme de cette voie, et le gouvernement, dans tous les traités conclus à ce sujet avec les États voisins, a fait de cette adoption une des clauses spéciales des traités. Les chemins de fer de l'État en Bavière, de Nürnberg à Fürth, et de Hambourg à

Bergedorf, ont une largeur entre les rails, qui surpasse seulement de 0^m,010 à 0^m,015 la largeur normale de 1^m,435. Les seules exceptions véritables se trouvent sur les chemins de fer du grand-duché de Bade, dont la voie a 1^m,60 de largeur, et sur le chemin du Taunus, qui présente une largeur de 1^m,50. Sans discuter ici la question des voies larges et étroites, qui n'a plus d'intérêt en France, où tous les chemins de fer principaux, auxquels viendront se rattacher tous ceux qui pourront être projetés plus tard, ont la voie étroite, il est difficile de comprendre quels motifs ont pu décider le gouvernement du grand-duché de Bade à adopter une largeur de 1^m,60, et encore moins la compagnie du chemin de fer du Taunus à écarter ses rails de 1^m,50, car une augmentation de largeur de 0^m,165, et dans le dernier cas, de 0^m,065, ne suffit pas pour faire d'une voie étroite une voie large. Voici cependant les explications qu'a données à ce sujet la commission technique, envoyée en 1838, par le gouvernement grand-ducal, en Angleterre, pour étudier toutes les questions relatives à la construction du chemin de fer de l'État, dont l'établissement venait d'être décrété.

« La largeur proposée (1^m,60) doit produire un
« mouvement plus doux, plus régulier, une moindre
« usure des machines et de la voie, et donner la
« possibilité, par suite du plus grand espace libre,

« de rendre les diverses parties des machines plus
« solides , de les rendre plus indépendantes les unes
« des autres, et d'une visite plus facile, ainsi que
« de réaliser des économies de combustible, qui
« sont la conséquence d'un plus grand diamètre des
« roues motrices , car on peut, même en imprimant
« une grande vitesse aux machines, ne pas dépasser
« pour les pistons la vitesse du maximum d'effet utile.
« On ne doit pas porter le diamètre des roues mo-
« trices au delà de 1^m,523, sur les chemins dont la
« voie n'a qu'une largeur de 1^m,435, dans l'intérêt
« de la stabilité et de la régularité du mouvement
« des machines. »

La commission insistait en outre sur la nécessité où l'on se trouvait sur les voies étroites, par suite du défaut d'espace, de placer les cylindres à l'extérieur, ce qu'elle considérait comme une disposition tout à fait nuisible à la conservation des machines et de la voie. On comprend qu'il puisse y avoir un certain avantage à porter l'écartement des rails à 2^m,128, comme l'a fait Brunel sur le Great-Western, mais la différence de 1^m,600 à 1^m,435 n'était pas suffisante pour justifier le choix de la commission, lorsque tous les États avoisinants adoptaient une largeur uniforme de 1^m,435. En se donnant d'un côté la facilité d'élargir les voitures, on s'en privait de l'autre, en donnant à l'entre-voie une largeur de 1^m,60 seulement. Le chemin de Bade se trouvera,

pour ainsi dire, isolé au milieu des chemins de fer qui viendront le joindre au nord de Francfort-sur-le-Main, à l'est de Stuttgart, et au sud de la Suisse. Cette circonstance sera très-favorable au chemin de fer d'Alsace, qui pourra seul faire les transports de marchandises entre l'Allemagne centrale, la Suisse et la Méditerranée, sans rompre charge.

Les chemins de fer français jouiront des avantages de l'uniformité de la voie, cependant il est à regretter que cette uniformité ne soit qu'à peu près complète. La largeur adoptée aurait dû être définie de la manière la plus rigoureuse, et aucune déviation de la règle tracée n'aurait dû être tolérée. Les anciens cahiers de charges ont fixé tantôt à 1^m,44, tantôt à 1^m,44 au moins, la largeur de la voie entre les bords des rails; deux cahiers de charges de 1844 et ceux de 1845 fixent cette largeur à 1^m,44 au moins, et 1^m,45 au plus.

Nécessité
d'une
complète
uniformité.

Cette tolérance pourra présenter des inconvénients sérieux. Sans parler du parcours commun, on peut être certain qu'il y aura des échanges de wagons d'un chemin à l'autre, au moins pour les marchandises; les wagons chargés de coton ou d'épiceries au Havre iront jusqu'à Mulhouse sans rompre charge, en parcourant les chemins du Havre à Rouen, de Paris à Rouen, de Paris à Saint-Germain, le chemin de fer de ceinture, le chemin de fer de Lyon,

ceux de Dijon à Mulhouse et de Bâle à Strasbourg. Les wagons chargés de marchandises à Anvers vont jusqu'à Cologne sans transbordement, et en traversant une ligne de douanes. Il est plus que probable que pour des transports continus et d'une grande importance on évitera des déchargements et rechargements multipliés qui occasionnent des frais et des avaries; il n'y aura d'autre difficulté à cela qu'un compte, pour le loyer des wagons, à établir entre les différentes compagnies chargées d'effectuer la traction. Il pourra être nécessaire encore de faire passer le matériel d'un chemin sur un autre pour des transports de troupes en cas de guerre, car c'est à cette seule condition que les chemins de fer peuvent avoir quelque utilité stratégique. Il est donc incontestable que les chemins de fer, construits en France, devraient présenter l'uniformité la plus complète, pour toutes les dimensions de la voie ou du matériel adopté; l'inégalité pourrait être un obstacle à la circulation commune. Les compagnies, qui ont construit des chemins de fer en conformité des cahiers des charges précédemment cités, ont eu le bon esprit de s'en tenir à la largeur ordinaire de la voie, de ne pas adopter des voies de 1^m,50 ou de 1^m,60; mais quelques-unes s'en sont écartées dans les limites fixées par les nouvelles lois de concession. Une différence de 0^m,010 dans l'écartement des rails peut encore avoir des inconvénients : si l'on suppose en effet que sur un chemin la voie ait

1^m,45 de largeur, et sur un autre 1^m,44; que sur le premier le jeu conservé de chaque côté entre le rail et les mentonnets des roues soit égal à 0^m,010, et sur le second 0^m,015; que sur le premier l'épaisseur des mentonnets soit égale à 0^m,30 et sur le second à 0^m,035, supposition très admissible aujourd'hui que l'on tend généralement à augmenter la force des bandages comme celles des autres pièces des machines, la face intérieure des mentonnets sera, pour le second chemin, à 0^m,050 du bord intérieur de son propre rail, et si l'on vient à faire passer le matériel sur l'autre chemin, à 0^m,055 du nouveau rail. Comme l'écartement entre les rails et les contre-rails des passages de niveau est souvent de 4 centimètres seulement, les roues ne pourront pas se loger dans l'intervalle et franchir ces passages de niveau.

La largeur de l'entre-voie est fixée maintenant à 1^m,80 au moins et à 2^m,00 au plus; pour des chemins concédés depuis quelques années, les cahiers des charges ne fixaient qu'un minimum égal à 1^m,80, et même pour les plus anciens une largeur égale à celle de la voie. Cependant la construction du matériel se règle sur la largeur de l'entre-voie et sur les obstacles qui peuvent s'y trouver placés, comme poteaux, grues hydrauliques, candélabres, et les dispositions adoptées sur un chemin peuvent être telles, que le matériel d'un autre ne puisse pas y circuler librement. Il eût été désirable de voir fixer partout une

Largeur de
l'entre-voie.

largeur uniforme, et la plus grande possible, 2 mètres par exemple.

Sur les chemins allemands, la largeur de l'entre-voie est très variable ; en Prusse, elle est de 1^m,85 environ, tandis que sur le chemin de Leipzig à Dresde elle est seulement égale à 1^m,41 ; comme sur ce chemin la hauteur des ouvrages d'art est en outre assez faible, il pourra faire obstacle à la circulation commune entre Hambourg, Vienne et Trieste.

Je crois utile de reproduire ici les réflexions que cet état de choses a suggérées à un des ingénieurs les plus expérimentés de l'Allemagne, dans un article publié par le *Journal d'Architecture pratique de Romberg*, et qui a fait une certaine sensation en Allemagne.

« La seule prescription générale qui soit émanée
« du gouvernement (de la Prusse) pour la partie
« technique de la construction des chemins de fer,
« est la fixation de la largeur de la voie à 4^{pi}.
« 8^{po}. 1/2, mesure anglaise (1^m,435). Cela ne suffit
« pas ; l'État devrait encore fixer beaucoup d'autres
« dimensions pour assurer la concordance entre
« toutes les parties des différents chemins de fer, et
« pour en tirer, au point de vue stratégique, toute
« l'utilité qu'on a cru devoir en attendre dans
« ces derniers temps. Il y a maintenant des che-

« mins de fer en construction, aboutissant sur des
« points où il existe déjà des chemins établis, et
« pour lesquels on prend toutes les mesures néces-
« saires pour permettre le passage à des convois en-
« tiers de l'un sur l'autre. Nous tenons cette mesure
« pour sage et utile, mais nous demandons jusqu'à
« quelle distance nous pourrions aller avec notre ma-
« tériel sans heurter contre un obstacle? Vraisem-
« blablement jusqu'à la station la plus voisine, peut-
« être même pas jusque-là. Nous nous rappelons
« avoir vu, il y a quelque temps, dans un atelier de
« carrosserie de Berlin, un wagon destiné, nous a-t-
« on dit, au service exclusif de Sa Majesté le roi de
« Prusse, et qui devait être disposé de telle sorte,
« qu'il fût possible de le transporter sur un grand
« camion d'une gare à l'autre. Nous n'avons rien à
« dire contre cette dernière disposition; car, s'il
« n'est pas possible de lui faire suivre le plus court
« chemin par les rues étroites entre les divers em-
« barcadères, on pourra le transporter en faisant
« des détours par les rues les plus larges, car à prix
« d'argent il n'y a rien qui ne se fasse. Quant à faire
« circuler ce wagon sur différents chemins de fer,
« nous nous permettons de révoquer en doute la
« possibilité du fait. Cette voiture est assez longue,
« très large et très-haute; elle a six roues, des res-
« sorts ordinaires et des plaques de garde qui main-
« tiennent invariablement la position des boîtes à
« graisse. Cette voiture n'est par suite pas construite

« pour les courbes de petits rayons qui sur nos an-
« ciens chemins, comme malheureusement aussi sur
« nos plus récents, abondent d'une manière si su-
« perflue. En outre, cette voiture est très large, et
« nous craignons qu'elle ne puisse pas passer de-
« vant les quais de toutes nos stations, ce qui obli-
« gerait à la faire circuler sans marche-pieds. En
« troisième lieu, cette voiture est très haute, et ne
« pourra pas entrer dans toutes les remises déjà
« existantes. Si maintenant l'on n'a pas eu égard,
« pour construire la voiture du souverain, aux cir-
« constances locales, qu'arrivera-t-il donc s'il de-
« vient nécessaire en temps de guerre de faire cir-
« culer des convois entiers d'une extrémité à l'autre
« du pays? Dans l'état actuel des choses, nous
« sommes convaincus de l'impossibilité de tels
« transports, mais nous désirons de tout notre
« cœur que l'on y mette bon ordre, et que l'on
« prenne toutes les mesures nécessaires, quant à la
« disposition de la voie et à la construction des
« moyens de transport, afin qu'un but aussi dési-
« rable que la libre circulation, dans toute l'étendue
« de notre pays, ne devienne pas un but impossible
« à atteindre. Ce n'est pas assez que la voie ait par-
« tout la même largeur pour tous les chemins; il
« faudrait encore que la largeur du chemin en cou-
« ronne, le rayon des courbes, la force des rails et
« des supports, la construction des changements
« de voie, l'éloignement des quais et des excentri-

« ques des rails, l'écartement des grues hydrauliques de la voie, la hauteur des tuyaux d'écoulement des grues hydrauliques, l'élévation des ponts au-dessus du chemin, leur largeur dans l'œuvre, celle des entrées dans les gares, le rayon des courbes de changement de voie et la dimension des plaques tournantes, les dimensions des remises de locomotives et de voitures, la hauteur des tampons au-dessus des rails, la longueur, la largeur des voitures, locomotives et tenders, et la saillie de leurs marche-pieds, la longueur exacte et la force des essieux, la largeur des bandages, la construction des signaux et leur écartement les uns des autres, etc., etc., fussent déterminés par le gouvernement, en ayant égard à ce qui existe déjà, si l'on veut que les chemins de fer ne servent pas seulement les intérêts des compagnies, mais encore les intérêts de l'État. »

Quoique ces réflexions, appliquées au système des chemins de fer français, présentent quelque exagération, la question n'en mérite pas moins l'attention du gouvernement et des compagnies. En laissant de côté l'utilité d'une correspondance générale entre toutes les lignes françaises et même avec celles des pays voisins, ne serait-il pas à craindre qu'une compagnie de tronc commun pour empêcher le libre parcours, ou une compagnie d'embranchement pour faire obstacle au parcours réciproque,

n'adoptât quelque disposition qui rendit impossible la circulation du matériel de la compagnie concurrente.

Rails en fonte. On ne trouve en Allemagne de rails en fonte que sur un seul chemin de fer, celui de Prague à Lahna, qui ne devrait pas à la rigueur être compris parmi ceux que je décris, puisqu'il sert seulement, comme ceux de la Westphalie, à des transports de matériaux, et n'a qu'un intérêt purement local.

**Forme
des rails.**

La forme des rails employés en Allemagne est très variée; on peut distinguer quatre classes principales :

1° *Rail plat*, formé de bandes en fer assujéties à plat, au moyen de vis, sur des longrines en bois, supportées elles-mêmes par des traverses ou des dés en pierre.

2° *Rail américain*, connu généralement en Allemagne sous le nom de rail de Vignoles, présentant à la partie supérieure un renflement ou champignon, et à la partie inférieure un empattement qui repose immédiatement sur des traverses ou sur des longrines;

3° *Rail en U renversé*, présentant exactement la forme de cette lettre renversée, et connu aussi sous

le nom de rail de Brunel, qui l'a employé sur le Great-Western ;

4° Rail à champignon simple ou double, employé d'une manière presque exclusive en France et en Belgique, et par exception seulement en Allemagne.

Le tableau placé à la fin de ce chapitre indique, par un signe conventionnel, la forme des rails le plus récemment employés sur chaque chemin.

Le rail plat n'a été employé que sur le chemin du Budweis à Linz, exploité seulement au moyen de chevaux, sur la section de Wiener-Neustadt à Gloggnitz, du chemin de Vienne à cette dernière ville, et sur la plus ancienne partie du chemin de Leipzig à Dresde, où il a été remplacé après deux années d'exploitation ; on ne tardera pas à le remplacer également sur le chemin de Gloggnitz. Son inconvénient principal est d'être attaché au moyen de vis à bois, qui s'arrachent facilement ; il est, du reste, trop flexible sous le poids des machines qui compriment le bois de la longrine ; on ne peut lui donner l'inclinaison convenable qu'en entaillant les traverses.

Rail plat.

Le rail en forme d'U renversé est en grande faveur sur le chemin de Bade, où sa forme et ses dimensions ont déjà reçu plusieurs modifications ; il

Rail en U renversé.

est également employé sur le chemin de fer de Berlin à Francfort; sur le chemin de Magdebourg à Leipzig et sur celui de la haute Silésie, on l'avait choisi pour la construction de la première voie, mais on lui substitue, sur la deuxième voie, le rail américain. Le rail doit être nécessairement porté sur longrines. Dans le duché de Bade, il est fixé sur les supports au moyen de crampons en fer barbelés; on remarque aux joints un coussinet en fonte, présentant une saillie longitudinale qui s'engage dans la cavité intérieure des deux rails placés bout à bout, pour empêcher tout déplacement latéral; les angles de l'empattement des rails sont en outre coupés, et viennent s'appuyer sur deux saillies triangulaires du coussinet, qui empêchent tout déplacement longitudinal. Sur le chemin de Francfort-sur-l'Oder, les premiers rails ont été attachés aux longrines au moyen de boulons dont la tête est logée dans la cavité intérieure; le boulon placé au joint empêche l'écartement latéral. Cette disposition compliquée n'a pas été conservée pour de nouveaux rails, qu'on a placés sur une longueur d'environ 20 kilomètres; ceux-ci sont maintenus par des crampons engagés à mi-fer dans des entailles pratiquées sur les bords de l'empattement. Les rails en U du chemin de fer de Magdebourg à Leipzig étaient fixés sur les longrines au moyen de vis à bois, que l'on remplace par des crampons au fur et à mesure qu'elles s'arrachent. Le seul avantage que l'on at-

tribue aux rails de cette forme, est la grande résistance qu'ils présentent sous un poids peu considérable, et l'économie qui en résulte lorsque le fer est cher et le bois à bon marché.

Les rails du chemin de Berlin à Francfort pèsent 24^{kg},80 par mètre courant.

Ceux du chemin de Bade, 26^{kg},23.

Ceux de Magdebourg à Leipzig, 20^{kg},82.

Ces derniers sont trop bas, et les mentonnets des roues portent quelquefois sur la tête des vis ou des crampons. Ils ont les inconvénients de tous les systèmes à longrines, et de plus ils sont très-étroits à la tête, ce qui tend à creuser rapidement les bandages des roues.

Le rail américain devient maintenant d'un usage général. Sa forme est très-variable; tantôt elle est trop écrasée, d'autres fois trop élancée. Sur quelques chemins, notamment sur ceux de la Silésie, sa forme n'est pas symétrique, il présente à l'intérieur de la voie un renflement en forme de lèvre, et, par suite, il ne peut pas être retourné. Il est porté, sur quelques voies des anciens chemins, par des longrines, et fixé au moyen de vis à bois; maintenant on le pose partout sur des traverses, quoique sa forme soit peu convenable pour résister à un ef-

Rail
américain.

fort vertical; on l'attache aux traverses au moyen de crampons en fer; un certain nombre de ces crampons sont quelquefois engagés à mi-fer dans des entailles pratiquées sur les bords de l'empattement, pour empêcher le rail de marcher dans le sens du mouvement des machines. Les bouts de rails, à chaque joint, sont supportés par une plaque en fonte, et le plus souvent en fer laminé, dont le poids est d'environ 5^{ks} dans le premier cas, et de 1,5 à 2^{ks} dans le second; elle est armée de rebords, dont la saillie est égale à la hauteur des bords de l'empattement, et elle est percée de trous carrés dans lesquels passent des crampons qui l'assujétissent sur la traverse ou la longrine, en même temps que les rails. Le coussinet remplit une double fonction : il prévient le déplacement des bouts de rails dans le sens latéral, surtout dans les courbes, et il les empêche de s'incruster dans la traverse, sous le poids des machines et des voitures. Les ingénieurs allemands attribuent à ce rail un avantage auquel ils attachent beaucoup d'importance, c'est de rapprocher, autant que possible, le point d'application de la charge de la traverse, qui, par suite, a moins de tendance au renversement, l'effort qui la sollicite agissant à l'extrémité d'un bras de levier moins long. Sur le chemin de fer de Bonn à Cologne, les joints sont maintenus par des coussinets en fonte et des coins en bois.

Les rails américains n'ont qu'un avantage, celui d'économiser, sur la construction de la voie de fer, 4 à 5,000 francs par kilomètre; ils offrent moins de résistance, à égalité de poids, qu'un rail à simple champignon, et les crampons qui les attachent aux traverses sont plus facilement arrachés que les chevilles des coussinets ordinaires; pour ceux-ci, le coin fait fonction de ressort et amortit l'effet des pressions ou des chocs latéraux, surtout sur les chemins à grande vitesse. Ils ont en outre un autre inconvénient, c'est que le rail ne peut être enlevé qu'autant qu'on arrache la totalité, ou au moins la moitié des crampons. Cependant leur application à la construction de voies de service ou d'embranchement peu importantes, pourrait présenter sur l'ensemble des dépenses une économie notable.

Les rails à simple champignon se rencontrent sur six chemins de fer, de construction déjà ancienne : Rail
à simple
champignon. les chemins de Nürnberg à Fürth, de Munich à Augsbourg, du Nord en Autriche, de Berlin à Potsdam, de Dusseldorf à Elberfeld, et le chemin de fer rhénan. Ils ont été en outre adoptés par les ingénieurs autrichiens pour les chemins de fer de l'État en construction. Sur quatre de ces premiers chemins, les deux parties du renflement inférieur sont symétriques, ce qui permet le retournement; le rail est maintenu dans le coussinet par des coins en bois; sur le chemin de fer rhénan, le coin est à l'intérieur

de la voie. Sur les deux autres et sur les chemins de l'État, en Autriche, le rail est pressé dans le coussinet par des cales en fer. On remarque dans les coussinets du plan incliné d'Elberfeld à Dusseldorf, une disposition fort utile pour empêcher les rails de la voie descendante de marcher en avant ; la gorge du coussinet présente une saillie en forme de prisme triangulaire, sur lequel vient s'appuyer le rail supérieur, dont l'angle à la base a été coupé.

Rail à double
champignon.

On ne trouve de rails à double champignon que sur le chemin de fer du Taunus, du gouvernement bavarois, et de Berlin à Anhalt ; sur ce dernier, on a le projet de leur substituer, pour la seconde voie, des rails américains ; le champignon inférieur étant, du reste, plus petit que le supérieur, ils devraient, à la rigueur, rentrer dans la catégorie qui vient d'être examinée. Les rails bavarois, fabriqués en Belgique, pour le chemin de fer de l'État, et ceux du chemin de Nürnberg à Fürth, sont assemblés à mi-fer.

Le prix du fer élevé, relativement à celui du bois, aurait sans doute fait adopter généralement, en Allemagne, les rails à simple champignon, si le rail américain n'avait pas prévalu. C'est pourtant ce système qui paraît le plus avantageux lorsque l'on cherche à économiser sur les frais de premier établissement.

L'Allemagne ne fournit pas un assez grand nombre d'exemples de rails à simple et double champignons, posés sur coussinets, pour jeter du jour sur la question tant controversée des avantages comparatifs de ces deux systèmes; des expériences pratiques entreprises dans le but de la trancher, présenteraient, du reste, peu d'utilité, car elles ne pourraient être décisives qu'après l'usure complète de l'une des deux formes de rails, et par conséquent à une époque où un choix définitif serait fait pour presque toutes les lignes qui restent à établir.

Quoiqu'un certain nombre des nouveaux rails fabriqués pour les chemins de fer allemands les plus récents, soient terminés par une surface plate, se raccordant avec la tige du champignon par des rebords plus ou moins arrondis, la tendance générale paraît être vers la forme bombée. La surface des rails commandés par le gouvernement bavarois, et dont le profil a été étudié avec beaucoup de soin, est formée par un arc de cercle de 0^m,116 de rayon.

Rails plats et bombés.

Les supports de la voie sont de forme et de nature très variable; dans le grand-duché de Bade où l'on paraît s'être attaché à donner à la voie une assiette invariable, les rails sont portés par des longrines en bois résineux ou en chêne, assises sur des traverses en bois de chêne ou sur des dés en pierre dans les tranchées et sur le sol naturel. Ce système

Supports de la voie.

Longrines.

repose sur une fondation en moellons, placés de champ, et recouverts de cailloux fortement tassés; l'espace restant de chaque côté des longrines, dont la face supérieure doit nécessairement rester exposée à l'air à cause du peu de saillie des rails, est rempli de sable. Les longrines sont fixées sur les traverses ou sur les dés au moyen de chevilles en bois. On a préféré les dés en pierre aux traverses, toutes les fois que le prix d'une couple de dés ne dépassait pas le double du prix d'une traverse. Les autres chemins à longrines sont établis de la même manière, moins la fondation en pierres. Les longrines sont généralement en bois résineux, et les traverses, complètement enterrées dans le sable, en bois de chêne; cependant, sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, les unes et les autres sont en chêne.

Dés en pierre. Les dés en pierre ont été adoptés dans le duché de Bade et la Bavière, où l'on exploite à très-bas prix des dalles de grès des Vosges, très-faciles à tailler et à percer, mais, cependant, d'une grande solidité. Sur les chemins de fer de l'État en construction en Bavière, on n'a employé jusqu'ici des traverses que sur les remblais, dont la hauteur dépasse 3 mètres. Les dés sont percés de trous dans lesquels on enfonce des chevilles en bois, qui forment un premier lien entre le coussinet et son support; on chasse ensuite dans les chevilles en bois, des

chevilletes en fer à large tête. Lorsque le dé ne se fend pas, il reste invariablement lié avec le coussinet ; pour rendre à la voie une partie de l'élasticité que lui donnent les traverses, on intercale entre le coussinet et le dé une plaque de feutre goudronné, de 7 à 8^{mm} d'épaisseur. Le même système de supports en pierre, a été employé sur le petit chemin de Nurnberg à Furth, mais sur ce chemin, les chevilletes sont barbelées ; on s'est en outre servi, pour percer les trous, d'une sorte de tarière montée sur un châssis, qui permettait de percer les trous verticalement et à une distance exactement égale à celle des trous des coussinets. On retrouve l'application du feutre sur le chemin de fer de Vienne à Glognitz, sous les coussinets en fonte destinés à maintenir les bouts de rails dans les joints.

Les traverses sont en bois de chêne, sur la plupart des chemins où l'on n'a pas fait usage de longrines pour porter les rails ; cependant, on a quelquefois employé des bois résineux ou même des bois blancs, lorsque le chêne était trop coûteux ; l'expérience démontre maintenant que l'usage de ces bois employés sans préparation ne présentait qu'une économie factice. Sur les chemins de Berlin à Potsdam, et de Munich à Augsburg, ouverts à la circulation, l'un à la fin de 1838, l'autre à la fin de 1839, on a déjà commencé depuis plus d'une année à remplacer les traverses en sapin, entièrement

Traverses.

usées, par des traverses en chêne, quoiqu'il y ait entre les deux espèces de bois une assez grande différence de prix (de 66 fr. 88 c. à 49 fr. 81 dans le grand-duché de Bade). Sur le chemin de fer saxon-bavarois, on a enfoncé à l'extrémité des traverses de joint, dans les courbes, des piquets de 0^m,80 de longueur sur 0^m,10 d'équarrissage, pour combattre la tendance au déplacement des rails et des traverses.

Quoique la quantité de bois nécessaire pour l'établissement d'un système de supports à longrines ne soit pas notablement plus considérable que pour des traverses seules, on l'abandonne maintenant partout; les difficultés de pose et d'entretien, et surtout de renouvellement, sont beaucoup plus grandes dans le premier cas que dans le second; en outre, les longrines gênent l'écoulement des eaux, dont on a tant d'intérêt à se débarrasser, soit pour la solidité de la forme, soit pour la conservation des bois. Les dés en pierre présentent également de grandes difficultés de pose et de relevage, à cause de l'inclinaison qu'il est nécessaire de donner aux rails en dedans de la voie; en outre, l'écartement des rails tend à s'accroître.

Sur le chemin de fer de Magdebourg à Halberstadt, on a supprimé les traverses de joint et on les a remplacées par des portions de longrines de 2^m en-

viron de longueur, placées sous les rails et assemblées par leurs extrémités avec les traverses intermédiaires, situées de part et d'autre du joint. Ce système est d'une pose un peu compliquée, mais il donne de la stabilité aux bouts de rails. Sur le chemin de fer de l'État, en Autriche, on place sous les traverses de joint des portions de longrines d'un mètre de longueur, pour consolider les joints des rails.

On s'est préoccupé en Allemagne, comme partout ailleurs, des procédés proposés par divers inventeurs, pour la conservation des bois; des essais ont été faits sur le chemin de fer de Berlin à Stettin, et sur ceux de Magdebourg et de Dresde à Leipzig; pour l'emploi du sulfate de cuivre et du sublimé corrosif. Mais c'est seulement sur le chemin de fer du grand-duché de Bade qu'un de ces procédés a été appliqué en grand.

Préparation
des bois.

Cette question, maintenant à l'ordre du jour, étant fort importante, et les enseignements de la pratique étant jusqu'ici presque nuls sur la valeur des divers procédés proposés, j'entrerai dans quelques détails sur celui qu'ont adopté les ingénieurs badois, bien qu'il ne paraisse pas être le meilleur. Ce procédé est celui de Kyan, patenté en Angleterre en 1832; il consiste à mettre les bois, pendant un temps plus ou moins long, en contact avec une dis-

solution de sublimé corrosif ou bi-chlorure de mercure. Pour éviter d'augmenter dans une proportion trop considérable les frais de premier établissement du chemin de fer, on n'a soumis à cette opération que les traverses en chêne, placées sous les lougrines, et exposées par suite même de leur position à une destruction rapide.

La dissolution renferme 0,67 p. o/o de sel. On la prépare dans un tonneau de 150 à 180 litres de capacité, en l'amenant à un degré voisin de la saturation. On porte cette dissolution, au moyen d'un sac en coutil, dans un réservoir en bois, où l'on ajoute la quantité d'eau nécessaire pour l'amener au titre convenable. On dispose pendant ce temps-là les traverses dans deux cuves en bois, de 1^m,32 de hauteur, 2^m,52 de largeur, 9^m,30 de longueur, et d'une capacité de 30,935 litres chacune, en ayant soin de les séparer par des lattes de 15^{mm} d'épaisseur, et de les maintenir au même écartement sur les côtés. On les assujettit ensuite au moyen de traverses en bois, pour les empêcher de surnager; on achève de remplir les caisses avec la dissolution préparée. La durée de l'imbibition est variable, suivant la dimension des pièces de bois; on compte dix à douze jours pour les traverses ordinaires de 2^m,400, sur 0^m,265 et 0^m,135. Les cuves doivent rester couvertes pour empêcher l'action décomposante de la lumière sur le sublimé.

Lorsque l'opération est terminée, on ramène la dissolution dans le réservoir, au moyen d'une pompe en bois; on enlève, avec un balai et de l'eau, un dépôt blanc qui reste sur les traverses, et on porte celles-ci à l'air, en ayant soin de les tenir isolées les unes des autres. Les eaux de lavage sont réunies à la dissolution, à laquelle on rend son titre par l'addition d'une nouvelle quantité de dissolution saturée.

La dessiccation est complète au bout de deux ou trois semaines. Lorsque l'opération est en activité, on consomme 20^k de sublimé par caisse de 280 traverses. L'essai de la dissolution se fait par un procédé analogue à celui de M. Gay-Lussac pour l'essai des matières d'argent par voie humide; il est fondé sur la réaction de l'iodure de potassium sur le bichlorure de mercure.

Cette opération, très-dangereuse pour les ouvriers qui en sont chargés et qui sont obligés de s'entourer de précautions minutieuses, a en outre l'inconvénient de marcher très lentement. Avec une usine comprenant deux caisses, comme dans le grand-duché de Bade, en admettant pour la durée de l'opération un minimum de dix jours, on ne pourrait préparer moyennement par jour que 56 traverses; il faudrait au moins trente-six jours

pour préparer les bois nécessaires à la construction d'un kilomètre de double voie.

Cette méthode, à cause de sa lenteur ou du grand nombre des appareils qui seraient nécessaires, ne paraît guère susceptible d'être appliquée dans des travaux de construction rapides ; elle présente de grands inconvénients pour la salubrité publique, dans le voisinage des ateliers de préparation et même aux abords de la voie, car rien ne démontre que les eaux pluviales, lorsqu'on se servira de ce procédé, comme de tous ceux qui sont basés sur l'application superficielle de dissolutions salines, n'entraîneront pas par des lavages répétés le peu de substance vénéneuse introduite dans le bois. Des essais exécutés, peut-être d'une manière incomplète, sur le chemin de Leipzig à Dresde en 1838, ont fait voir que la dissolution ne pénétrait dans les bois durs qu'à 5 ou 6 millimètres au-dessous de la surface. Il y aurait sans doute quelque utilité à goudronner les traverses, après les avoir imprégnées, soit de sublimé, soit de tout autre sel soluble, pour empêcher l'action de l'eau qui tend constamment à les lessiver.

Le prix de revient de cette opération est du reste beaucoup trop élevé pour qu'elle puisse être appliquée avantageusement ; le stère coûte 21 fr. 11 c., et la traverse 1 fr. 81.

Le prix de 0 fr. 75 c. par traverse paraît être uniformément adopté en France, par les auteurs des différents systèmes actuellement en présence. Quelque peu d'efficacité qu'on doive attendre de ces procédés, on ne peut pas se dispenser maintenant de les appliquer, car en admettant dix années pour la durée moyenne de traverses en chêne non préparées coûtant 6 fr. la pièce, il suffirait, pour que la dépense annuelle ressortît au même taux, intérêt à 4 pour 0/0 et amortissement du capital compris, que la durée des traverses préparées fût égale à un peu moins de douze années, ou, en nombres ronds, augmentée seulement de deux années. Il n'est pas probable que ces procédés soient assez peu efficaces pour que la durée du bois ne soit pas augmentée de 20 pour 0/0. Pour des traverses coûtant 7 fr. 50 c., il suffirait d'une augmentation de durée de 14 à 15 pour 100.

On a établi de la manière suivante le prix de revient par mètre courant de la voie de fer du grand-duché de Bade :

	fr.	c.
Pierres de fondation pour les traverses.....	1	61
Pierres de fondation pour les longrines.....	1	24
Traverses en bois de chêne (2 par rail de 4 ^m ,50), achat, dressage, transport et pose 0 ^{stère} ,048.....	3	83
Longrines (9 ^m pour 2 rails de 4 ^m ,50), achat, dressage, transport et pose, 0 ^{stère} ,108.....	9	34
<i>A reporter</i>	16	02

	fr.	c.
<i>D'autre part.</i>	16	02
Rails, à 26 ^{kg} ,22 le mètre, et 362 fr. la tonne.....	18	97
Cheilles, 1 ^{kg} ,422 à 768 fr. 7 c. la tonne.....	1	09
Coussinets en fonte pour les joints, 1 ^{kg} ,055 à 29 ⁴ fr. 4 c. la tonne.....	0	31
Pose des rails, assemblage des traverses, plaques de joints, etc.....	0	60
Ensemblement de la voie, etc.....	0	94
Total	37	93

Pour la section du chemin de fer de la haute Silésie, l'expérience des travaux déjà exécutés avait fourni les données suivantes, pour le prix de revient de mètre courant de la voie qui restait à poser :

	fr.	c.
Sable pour la forme 0 ^m ,60, à 3 fr. 34 c. l'un.....	2	00
Main-d'œuvre pour creuser l'emplacement de la forme, et répandre le sable.....	3	34
1 ^{re} traverse, 0,94 à 3 fr. 9 c. l'une.....	3	38
2 ^m de rails de 26 ^{kg} ,79 à 324 fr. 50 c. la tonne.....	17	39
0 ^{kg} ,354 de plaques de joints, à 1 ^{kg} ,61 l'une, et 721 fr. la tonne.....	0	41
4 ^e crampons, 956 en fer, à 0 ^{kg} ,234 l'un, et 721 fr. la tonne.....	0	84
Pose de la voie, régallement du sable.....	0	64
Total	28	00

Pour ce chemin, les traverses en bois de chêne sont prises dans les forêts qui couvrent le pays; les

fers viennent des usines des environs de Königshütte, qui sont les plus considérables de l'Allemagne, et qui prendront un immense développement quand ce chemin de fer les mettra en communication directe avec tous les grands marchés ; la forme, posée sur un sol sablonneux, est peu épaisse. On doit donc considérer ce prix de revient comme l'un des plus faibles de toute l'Allemagne.

Le tableau ci-joint donne le prix de revient, par mètre courant de voie simple, sur plusieurs chemins allemands, y compris la forme et les accessoires, tels que changements de voie, plaques tournantes, gares d'évitement.

	fr.	c.
Nürnberg à Fürth.....	26	97
Munich à Augsburg.....	45	85
Nord de l'empereur Ferdinand.....	44	89
Breslau à Freiburg	26	56
Berlin à Francfort.....	33	16
Berlin à Stettin	27	93
Berlin à Potsdam.....	30	38
Anhalt	36	06
Magdebourg à Leipzig.....	29	84
Magdebourg à Halberstadt....	33	66
Saxon-Bavarois.....	28	69
Brunswick.....	37	87

Le peu d'élévation de la plupart de ces prix de revient doit être attribué au prix modique de la

main-d'œuvre et des bois, et au faible poids des rails.

Le prix des traverses a varié de 1 fr. 85 c. à 3 fr. 71 c., et par exception sur le chemin du Rhin à 4 fr. 93 c.; les prix s'élèvent actuellement pour les bois de chêne, et tendent à dépasser de plus en plus ce minimum, surtout dans les pays de plaines. Les traverses du chemin de fer d'Altona à Kiel, l'un des derniers mis en exploitation, ont coûté 3 fr. 82 c.; celles du chemin de Magdebourg à Leipzig pour la deuxième voie, 4 fr. 90 c.

Les rails ont été fournis pour la plus grande partie par l'Angleterre, une autre partie par la Belgique, le reste par les usines de la vallée de la Moselle et de la haute Silésie en Prusse, et par celles de la Carinthie en Autriche. Les prix indiqués pour les rails du chemin de Bade et de la haute Silésie peuvent être considérés comme limite des prix auxquels ils sont revenus à pied d'œuvre, jusqu'en 1844, sur la plupart des chemins de fer allemands. Le prix moyen est de 330 à 350 fr. la tonne. Les rails du chemin de Nürnberg à Fürth, assemblés à mi-fer et fabriqués il y a plus de dix années, ont coûté 441 francs.

Inclinaison
des rails.

Les rails sont généralement inclinés en dedans de la voie; l'inclinaison s'obtient au moyen d'entailles

pratiquées dans les traverses, soit sous les rails, soit sous les coussinets : elle varie en Allemagne depuis 0 jusqu'à 1/16, rapport le plus fréquemment adopté. La nécessité de donner aux roues une forme conique entraîne celle d'incliner les rails qui, sans cela, seraient soumis à un effort latéral tendant à les renverser et à arracher les chevilles ou les crampons. Cette inclinaison doit être égale à celle des bandages des roues, lorsque les rails sont à surface plate, car sans cela le contact ne s'établirait que par une arête. Cette condition n'est plus indispensable pour les rails à surface bombée; mais la différence entre les deux inclinaisons ne doit jamais être considérable. Sur plusieurs chemins de fer allemands, on a négligé à tort cette précaution.

On donne en outre aux bandages des roues un écartement moindre que celui des rails pour éviter que, soit par l'effet de chocs résultant du mauvais état de la voie, soit surtout par l'effet d'un vent latéral, les mentonnets ne viennent frotter contre les rails. En ligne droite, la différence qui s'établit entre les rayons sur lesquels portent les roues tend à ramener sans cesse le wagon dans sa position normale, et cette tendance fait équilibre à l'effort latéral ou détruit l'effet du choc qui tend à jeter le wagon sur le côté. En Allemagne, sur les chemins où j'ai pu connaître la valeur de cette différence ou de ce jeu entre les rails et les menton-

Jeu des
mentonnets.

nets, il est porté le plus souvent en totalité à 2 centimètres, quelquefois à 2 centimètres $1/2$; on l'augmente de 10 à 15 millimètres dans les courbes.

**Mouvement
de lacet.**

Le mode de construction de la voie a encore une influence marquée sur la régularité du mouvement des voitures : des rails mal posés, d'une mauvaise forme, ou dont l'écartement ne serait pas convenable, peuvent produire ce mouvement d'oscillations latérales et saccadées désagréable aux voyageurs, et en même temps destructeur pour le matériel, que l'on désigne sous le nom de *mouvement de lacet*. On constate souvent l'existence de ce mouvement oscillatoire sur les chemins de fer allemands, quoique la vitesse y soit généralement modérée. J'indiquerai ici les causes les plus apparentes parmi celles auxquelles on peut l'attribuer.

La forme des rails exerce une influence très-marquée et bien connue sur le mouvement de lacet; lorsque les rails sont à surface plane, avec quelque soin qu'ait été fait le sabottage des traverses et la pose de la voie, il arrive inévitablement que l'inclinaison ne correspond pas toujours à la conicité du bandage de la roue; la jante porte tantôt sur l'arête extérieure, tantôt sur l'arête intérieure, et le rayon sur lequel roulent les roues n'est jamais constant; par suite de cette différence, dont le sens varie à chaque instant, les wagons et les machines sont

jetés tantôt à droite, tantôt à gauche, et le convoi ne tarde pas à prendre un mouvement serpentant d'autant plus sensible que la vitesse est plus grande. Si la voie n'a pas assez de jeu, ou si, par suite de l'usure des bandages à la gorge, les mentonnets ne se raccordent plus à la jante par une courbe continue, chaque oscillation se termine par un choc des roues contre les rails, qui rend le mouvement de lacet plus sensible que si le passage d'une oscillation à l'autre avait lieu graduellement.

Il serait assez difficile d'établir, *à priori*, s'il vaut mieux, pour combattre la tendance au mouvement de lacet, augmenter ou diminuer la conicité. Une conicité prononcée tend évidemment à limiter l'amplitude de l'oscillation dans le sens latéral; mais si le rail est plat, la différence de rayon des circonférences de contact, lorsque celui-ci a lieu, tantôt sur l'arête intérieure, tantôt sur l'arête extérieure du rail, est d'autant plus grande que la conicité est plus grande, et les deux effets doivent se balancer; il n'y a que pour les rails bombés que l'avantage paraisse être en faveur d'une forte conicité. C'est un point sur lequel l'expérience pourrait seule prononcer; mais il serait difficile de résoudre la question, car le mouvement de lacet dépend aussi de la construction des voitures. Les rails bombés ont l'avantage, quelle que soit l'irrégularité de leur pose, de rapprocher la ligne de contact de la ligne médiane de la surface

supérieure, et par conséquent de développer à un degré beaucoup moindre le mouvement d'oscillation latérale. L'expérience journalière du chemin de fer d'Orléans confirme d'une manière bien sensible tout ce qui précède. Le mouvement de lacet des machines et des voitures, très-fort lorsque les trains marchent à grande vitesse sur la ligne de Corbeil entre Paris et Juvisy, cesse sur la ligne d'Orléans, si ce n'est pour les voitures qui l'engendrent par suite d'une mauvaise construction. La voie de Corbeil est construite avec des rails plats, celle d'Orléans, à partir de Juvisy, avec des rails à surface bombée. Le jeu de la voie sur la première est d'environ 2 centimètres; il a été porté à 3 centimètres sur la seconde.

On a fait deux objections au bombement des rails. La première porte sur l'usure plus considérable que doivent éprouver les jantes des roues lorsqu'elles ne portent que sur une surface étroite: cela doit être, en effet; mais les jantes portent rarement sur toute la surface des rails plats, et, en outre, lorsque le contact a lieu sur toute cette surface, il y a nécessairement des glissements, résultant de l'inégalité des circonférences du tronc de cône portant sur le rail, et, par suite, une usure qui peut compenser celle que produirait le bombement; cette objection sera, du reste, levée par l'emploi des bandages en fer aciéré, ou même en acier, qui ne peut manquer de se généraliser, pour les wagons

comme pour les machines. On a dit aussi que la surface des rails bombés ne tarderait pas à s'aplatir, par suite de l'usure, et qu'alors on retomberait dans tous les inconvénients que présentent les rails à surface plate. Le bombement disparaîtra, en effet; mais l'usure corrigera les défauts de la pose, résultant, soit de l'irrégularité du sabottage, soit d'un défaut de symétrie dans la forme du rail ou celle du coussinet; l'aplatissement ne se fera pas de la même manière sur tous les rails; il se fera sur tous les points où le roulement des roues tend à s'effectuer. On ne peut donc que recommander l'usage des rails à surface convexe. Il n'en faut pas moins apporter tout le soin nécessaire à la pose de la voie, et à la confection des rails et des coussinets, car, malgré le bombement, les irrégularités pourraient être assez grandes pour que l'inconvénient des rails plats se reproduisît.

Sur quelques chemins de fer allemands, notamment sur celui de Vienne à Gloggnitz, on a croisé les joints des rails; mais cette disposition, que rien ne nécessite, et qui n'est pas applicable sur les chemins à traverses sans longrines, tend évidemment à produire ou à faciliter le mouvement de lacet.

La voie n'est pas la seule cause qui produise le mouvement oscillatoire; on voit souvent, dans un train, des voitures osciller entre d'autres voitures

dont la marche est parfaitement régulière et tranquille ; elles portent donc en elles-mêmes une cause déterminante du mouvement de lacet. Un défaut dans le parallélisme des essieux, ou dans l'égalité de diamètre des roues, qu'il est toujours difficile d'obtenir d'une manière complète, doit tendre évidemment à faire dévier le wagon de la direction rectiligne, jusqu'à ce que les frottements de glissement fassent équilibre à cette tendance au mouvement d'oscillation ; mais il n'atteint cette position d'équilibre qu'avec une certaine vitesse acquise, qui l'entraîne au delà ; il est ensuite ramené en sens inverse, et prend un mouvement de balancement que tout favorise.

Il est donc très-important de vérifier exactement le montage des voitures sur les roues et de le rectifier, de s'assujétir, autant que possible, à ne mettre les roues sur le tour pour les fabriquer, ou pour les réparer quand le bandage est usé, que par paires montées chacune sur leur essieu, et d'apporter le plus grand soin à leur fabrication et à leur entretien.

L'élévation de la caisse au-dessus des rails peut encore rendre le mouvement de lacet plus sensible, en augmentant l'amplitude du mouvement de pendule, qui s'ajoute à celui de déplacement latéral, et qui résulte de l'élasticité de toutes les pièces du wagon fléchissant sous l'action des chocs.

On combat en partie le mouvement de lacet, en serrant les tampons les uns contre les autres au moyen d'un tendeur à vis; mais il arrive souvent que les frottements, que l'on détermine ainsi lorsque le balancement se produit, sont insuffisants pour l'empêcher d'être fatigant pour les voyageurs. Il faut alors examiner avec soin la voiture, et remédier directement aux défauts qu'elle présente.

Les changements de voie que l'on rencontre le plus fréquemment en Allemagne sont les changements de voie à *rails mobiles*; ils ont l'avantage d'être d'une grande simplicité, et de permettre l'embranchement simultané sur plusieurs voies; mais ils sont dangereux, surtout aux stations intermédiaires, où les convois peuvent passer sans s'arrêter. A l'époque où j'ai visité le chemin de fer de Brunswick, deux machines sont sorties de la voie à quinze jours d'intervalle, par suite de la fausse position de l'excentrique qui sert à manœuvrer les aiguilles. On a cherché, d'une manière très-ingénieuse, sur ce même chemin, à remédier à cet inconvénient. Les rails mobiles de la voie unique, qui résulte de la réunion des deux autres, entraînent avec eux et en sens contraire, par l'intermédiaire d'un levier du premier genre, les rails qui terminent l'une de ces deux voies, et qui forment, par suite, une seconde paire d'aiguilles; ces aiguilles, au lieu de glisser sur des coussinets horizontaux, portent des tasseaux

en acier fondu, qui glissent sur des plans inclinés également formés de tasseaux en acier fondu; le levier qui sert à manœuvrer les premières aiguilles est muni d'un contre-poids qui les ramène toujours dans la même position; elles peuvent elles-mêmes être mises en mouvement par le second système d'aiguilles, qui glisse sur ses supports inclinés dès qu'une machine ou un wagon les aborde par l'extrémité voisine de la charnière. La manœuvre, au lieu d'être déterminée par une pression latérale, comme dans le changement de voie de Stephenson à deux aiguilles, est produite par l'action d'une pression verticale, qui se décompose parallèlement aux plans inclinés de glissement; il y a en outre cette différence, que le rail unique résultant de la réunion des deux voies convergentes, est mis également en mouvement et vient à la rencontre des aiguilles. Cette disposition est due à M. Chillingworth, ingénieur du matériel des chemins de Brunswick; elle a été appliquée d'abord à l'embranchement à une seule voie du chemin de Hannovre, sur le chemin de Brunswick à Magdebourg, où l'on a pu se dispenser de placer un aiguilleur; elle pourrait être appliquée en partie au changement de voie de Stephenson, dont on ferait glisser les aiguilles sur un plan légèrement incliné, au lieu de les faire glisser sur un plan horizontal. Dans certains cas, le contre-poids de ce dernier changement de voie, abandonné par l'aiguilleur, peut ramener les ai-

guilles sous le poids même des wagons; l'action de la gravité, décomposée parallèlement aux plans inclinés, s'ajouterait au frottement de glissement, qui peut être surmonté par le contre-poids, à l'aide des vibrations produites par le mouvement du train. L'idée de cette disposition, appliquée à Brunswick, a été suggérée à son auteur par le système d'aiguilles de Wilde, récemment introduit d'Angleterre en France, et dont on voit fonctionner un modèle aux ateliers du chemin de fer de Rouen, à Sotteville. Ce changement de voie présente une modification très-importante du système de Stephenson à double aiguillé. Les aiguilles sont manœuvrées comme à l'ordinaire par un levier à contre-poids, mais l'axe de ce levier porte un excentrique qui déplace le rail qui leur succède, d'une quantité exactement égale à l'épaisseur de leur pointe. Cette combinaison rend le passage sur les aiguilles plus doux, et permet de donner de plus grands rayons aux courbes d'embranchement; par contre, elle paraît nécessiter un entretien plus minutieux.

Après le changement de voie à rails mobiles, le plus fréquemment employé est un système fort simple, mais qui m'a paru tout à fait mauvais dans la pratique; il se compose de deux aiguilles d'égale longueur (6^m environ) qui viennent s'appliquer soit sur un rail, soit sur l'autre, suivant la voie sur

laquelle doivent s'engager les trains; il n'y a pas de contre-rail pour empêcher les mentonnets de venir frapper contre les pointes des aiguilles, dans le cas où elles seraient faussées ou manœuvrées négligemment et ne s'appuyeraient pas exactement sur le rail. Les aiguilles sont manœuvrées par un levier, portant un verrou qui les fixe dans chacune de leurs positions, et qui leur ôte tout l'avantage que présente le changement de voie de Stephenson, celui d'être *self-acting* pour les trains arrivant de l'embranchement sur le tronc commun.

On trouve quelques anciens changements de voie à une seule aiguille de Stephenson, et quelques changements de voie à aiguilles fixes et contre-rails mobiles, mais ceux-ci sont généralement exécutés sur des dimensions trop petites et sont incomplets.

Signaux
sur les
changements
de voie.

Sur presque tous les chemins de fer allemands, et en Prusse par suite d'une prescription réglementaire, on trouve des signaux manœuvrés par le même excentrique ou le même levier que les aiguilles; en Prusse, c'est une plaque peinte en blanc et rouge d'un côté, et en blanc et noir de l'autre côté, portant la nuit une lanterne dont les verres opposés ont des couleurs différentes; le levier de changement de voie, dont les deux positions extrêmes sont symétriques par rapport à la verticale, porte un petit secteur de roue d'angle, qui agit sur un pignon enfilé sur la tige du signal.

A Brunswick et Hannovre les changements de voie sont manœuvrés par des excentriques portant une tige verticale, et à l'extrémité de cette tige, une traverse inclinée à 45° sur l'horizon. Aux deux extrémités de cette traverse sont fixés deux disques annulaires au centre desquels ou bien au-dessous desquels on suspend pour la nuit une petite lanterne de couleur; le sens de l'inclinaison de cette traverse indique de quel côté les aiguilles peuvent livrer passage aux trains, la voie est libre du côté vers lequel incline la traverse. Sur le chemin de Vienne à Gloggnitz le signal est formé par un disque en tôle, peint en rouge et en blanc, qui peut se placer dans deux positions rectangulaires: lorsqu'il se présente sur la tranche, il indique que la voie principale est ouverte; lorsqu'il se présente, au contraire, de face, il indique que c'est l'embranchement qui est en communication avec le tronc commun. Le levier qui manœuvre les aiguilles est mobile dans une cage en forme de secteur, qui limite sa course; il se termine par un tube dans lequel est enfilée la tige qui porte le disque; celle-ci, par une ouverture ménagée dans le tube, laisse passer une languette qui frotte contre l'une des joues du secteur et, vers l'une des extrémités de la course, vient s'engager dans une cavité; pendant que le levier achève sa course, cette languette arrêtée par le bord de la cavité, fait pivoter la tige du disque de 90° . Ce système est simple, mais comporte diffi-

lement l'addition d'un signal lumineux pour la nuit, à cause de la position inclinée du levier.

Parmi les dispositions qui viennent d'être signalées, il n'y en a que deux qui méritent d'arrêter l'attention : l'application de signaux manœuvrés en même temps et par le même mécanisme que les aiguilles, qui ne se retrouve que rarement en France; et le changement de voie à rails mobiles self-acting de M. Chillingworth qui, bien exécuté, peut être très-utile pour établir des embranchements à courbes de grand rayon.

Plaques
tournantes.

Les plaques tournantes pour wagons sont d'une grande simplicité, et généralement recouvertes seulement d'un plancher en bois. Les plaques tournantes pour machines, sont presque partout assez grandes pour que l'on puisse faire tourner, à la fois, la machine et le tender, sans les désassembler; elles couvrent le plus souvent la fosse tout entière; d'autres fois elles ne présentent qu'une seule voie en forme de pont, la fosse circulaire dans laquelle se meut la plaque tournante restant ouverte sur les deux côtés. Dans ce dernier cas, le bois exposé librement à l'air se conserve mieux, mais il y a un grand inconvénient à laisser la fosse entièrement ouverte; un mécanicien ou un chauffeur négligent peut y précipiter sa machine lorsque le pont est mal tourné. Ces plaques tournantes

sont manœuvrées au moyen d'un système d'engrenages et de manivelles, qui font tourner l'une des roues, ou bien au moyen de leviers en bois, que l'on fixe dans des sabots en fonte, et à l'extrémité desquels deux hommes agissent en poussant comme sur une barre de cabestan; les plaques à engrenages peuvent être manœuvrées par un seul homme. Il existe sur le chemin de Vienne à Gloggnitz, des plaques tournantes de 7^m,90 de diamètre, servant pour la manœuvre des machines et tenders réunis ou des grandes voitures américaines; elles se composent d'un plancher formé par deux assises de plateformes, de 0^m,10 d'épaisseur, jointives et croisées à angle droit, et recouvertes d'une feuille de tôle. Ce plancher porte en-dessous une série de chapes indépendantes les unes des autres, dans lesquelles sont engagés les tourillons des roues qui supportent la plaque; les roues, au nombre de vingt-quatre, sont distribuées sur trois rails annulaires, portés par des gradins en pierre, de hauteur décroissante, et elles ont des rayons proportionnels à leur distance au centre, où se trouve placé un pivot en fonte. Cette construction, quoique simple, doit être coûteuse à cause du grand nombre des roues.

Sur le chemin de fer de Bade, à Carlsruhe, au centre d'une rotonde monumentale, se trouve une grande plaque tournante en fonte de 9^m,60 de diamètre; elle est manœuvrée avec facilité par deux

hommes, au moyen d'une double manivelle et d'une série d'engrenages agissant sur une roue dentée, placée sur la circonférence de la fosse. Elle est portée par un pivot et par douze roues placées à la circonférence. Le mécanicien et le chauffeur, sans renfort et sans fatigue, peuvent lui faire faire une révolution complète en moins de 4', lorsqu'elle porte une machine et un tender du poids total d'environ 30 tonnes; elle sert donc à faire la manœuvre de la rentrée des machines dans la rotonde avec plus de rapidité que lorsqu'il faut désassembler le tender et la machine, et les tourner successivement sur une petite plaque; de plus, cette manœuvre n'exige pas le concours d'une escouade d'ouvriers ou d'hommes de service qui sont obligés de se dérangier de leur travail, toutes les fois qu'il entre ou sort une machine.

Cette grande plaque tournante a coûté 8,600 fr.

Les plaques ordinaires pour voitures, de 4^m,20 de diamètre, coûtent 2,784 fr.

Celles de 3^m,20 de diamètre coûtent 2,150 fr.

Ces plaques de grand diamètre sont très-utiles dans les remises en forme de rotonde, et dans les gares où il faut tourner les machines; la manœuvre ordinaire sur des petites plaques sans engrenages

n'exige pas moins de cinq hommes de renfort, qui se dérangent de leur travail, à chaque fois qu'il arrive un convoi dans la gare ; en supposant qu'il arrive dix convois par jour, et qu'il y ait à chaque fois une perte de temps de 10' par homme, le temps perdu forme à la fin de la journée, un total de 400' ou environ 7 heures de la journée d'un homme, et par conséquent occasionne une dépense annuelle d'au moins 700 fr., sans compter la perte d'effet utile qui résulte d'interruptions dans le travail sans cesse répétées. Il y a donc économie, en même temps que simplification des manœuvres, dans l'emploi des plaques tournantes de grande dimension, pour tourner à la fois une machine et le tender, surtout si l'on adopte un modèle beaucoup moins dispendieux que celui de Carlsruhe.

Les passages de niveau ne présentent aucune disposition particulière qui mérite d'être mentionnée, si ce n'est celle qui a été adoptée sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz. Au lieu d'un rail et d'un contre-rail entre lesquels se trouve ménagée une rainure pour livrer passage aux mentonnets des roues, on a placé le rail ordinaire, de forme américaine et dont la hauteur est de 98 millimètres, entre deux pièces de bois recouvertes de plaques de fer, l'une à l'extérieur s'élevant au niveau de la tête du rail, l'autre à l'intérieur s'élevant à la moitié de sa hauteur ; la chaussée est bombée et vient se raccorder

Passages
de niveau.

sans interposition de contre-rail avec les deux plaques de fer intérieures. Cette construction présente peut-être moins de solidité que le système ordinaire; cependant on s'en montre satisfait. Il est certain qu'elle pourrait être utilement employée, au moins pour les chemins d'exploitation fréquentés seulement pendant la récolte, et qui ne sont pas surveillés pendant le reste de l'année par des gardiens à poste fixe; son avantage, au point de vue de la sécurité, est incontestable.

Clôture. Les chemins de fer allemands, sauf un très-petit nombre d'exceptions, ne sont pas fermés par des treillages ou des haies vives; on s'est contenté quelquefois, pour toute mesure de précaution, de mettre de place en place des inscriptions portant qu'*il est défendu d'aller à pied, à cheval ou en voiture, ou de faire paître des bestiaux sur le chemin de fer*. L'établissement d'une clôture est moins nécessaire en Allemagne que partout ailleurs, à cause de l'esprit d'ordre et de subordination qui caractérise ses habitants; mais il arrive que des chevaux ou des bestiaux, effrayés par le bruit, se précipitent sous la machine, et il en résultera tôt ou tard des accidents graves. Dans le grand-duché de Bade, où l'on établit par exception des clôtures formées de pieux avec lisses, on plante des haies de mûrier multi-caule pour utiliser le terrain.

Les traversées de niveau sont interceptées au moment du passage des trains par des perches, des cordes ou des chaînes placées en travers des routes. Sur un grand nombre de chemins, les règlements prescrivent d'arrêter les chevaux, voitures ou troupeaux, lorsqu'un train est en vue, à des poteaux placés à 20 mètres en arrière de l'obstacle employé comme moyen de fermeture.

Barrières.

On remarque partout, indépendamment des bornes milliaires, des poteaux indicateurs placés à tous les points où le profil du chemin change d'inclinaison; deux bras inclinés dans le même sens que la voie portent en caractères très-lisibles l'indication de la pente. Cette précaution facilite la conduite des machines pour les mécaniciens, tant qu'ils n'ont pas acquis par l'habitude la connaissance exacte de toutes les parties du chemin.

Poteaux
indicateurs.

Le tableau ci-joint résume les éléments principaux de la voie de fer pour vingt-sept chemins de fer en exploitation. Lorsqu'un même chemin présentait différents systèmes de voies, supports, etc., c'est toujours le plus récent de ces systèmes dont j'ai reproduit les éléments. Pour plusieurs chemins, quelques-uns de ces éléments m'ont manqué.

Tableau
résumé.

[*Signes conventionnels.* — P. Rails plats. — A. Rails américains. — U. Rails en U renversé. — C. Rails à champignon simple. — C,C. Rails à champignon double. — T. Traverses. — D. Dés en pierre. — L. Longrines. — T,L. Traverses et longrines.]

Pour terminer le chapitre spécialement consacré à la voie de fer, j'ai reproduit ci-après un des cahiers de charges les plus récents, rédigé pour la fourniture des rails du chemin de fer du Main au Neckar.

Cahier
des charges
pour
la fourniture
des rails.

ART. 1^{er}. — Les rails auront la forme dite *rail de Vignoles* (rail américain), conformément au profil annexé au présent cahier des charges. Le fournisseur, au moment où le marché sera conclu, recevra un gabarit exact.

ART. 2. — La longueur de chaque rail sera égale à 5 mètres (1). Le fournisseur est autorisé cependant à faire la vingtième partie de ses livraisons en rails de 4 mètres de longueur. Le poids moyen des rails sera de 35 kilogrammes par mètre carré, avec une tolérance de 5 pour 0/0 sur le poids.

ART. 3. — Les rails devront être fabriqués en fer désigné dans le commerce sous le n° 3; le soumissionnaire devra remettre avec sa soumission des échantillons du fer qu'il s'engage à fournir en bouts de rails de la dimension la plus forte, de 1 mètre environ de longueur, et présentant une cassure fraîche.

ART. 4. — Pour ce qui concerne le mode de fabrication, il est prescrit comme condition spéciale que le fer ne sera pas immédiatement façonné en rails à sa sortie des fours à puddler. Les fabricants devront détailler dans leur soumission les préparations intermédiaires auxquelles ils soumettront le métal.

ART. 5. — Les rails devront sortir nets et lisses du laminoir, c'est-à-dire qu'ils ne devront présenter, soit à la surface supérieure, soit sur les côtés, aucune inégalité, défaut de soudure, paille ou gerçure. Les extrémités seront coupées à la scie, à angle droit avec les faces supérieure et latérales; la face de sciage sera com-

(1) Toutes les indications numériques sont données en mesures métriques; notre système métrique fait de jour en jour des progrès en Allemagne.

plètement ébarbée et terminée à la lime. Les rails doivent être entièrement droits, et leur base doit pouvoir s'appliquer exactement sur une surface plane. Aux deux extrémités, les angles de la base doivent être abattus.

ART. 6. — (Cet article se rapporte seulement aux époques de livraison).

ART. 7. — Les soumissions doivent comprendre l'engagement : 1° pour les usines anglaises, de livrer les rails à Rotterdam, transbordés sur les bateaux du Rhin; 2° pour les usines du continent, de les livrer dans un port du Rhin, à désigner par le soumissionnaire, chargés sur bateaux, ou bien de les livrer à Mayence déchargés et empilés sur le rivage au lieu de déchargement et suivant la manière qui sera ultérieurement indiquée.

ART. 8. — Les soumissions doivent indiquer séparément le prix des rails et les frais de transport, ces derniers comprenant tous les frais accessoires, tels que connaissements, assurances, droits d'ancrage et d'attache, etc., à l'exception seulement des droits de navigation du Rhin et les droits d'importation dans les États de l'association douanière.

ART. 9. — Les soumissions seront reçues jusqu'au 1^{er} décembre 1843 à midi, à Darmstadt, à la direction des chemins de fer du grand-duché de Hesse; elles devront porter la suscription : *soumission pour fourniture de rails*. Les soumissionnaires ont le droit d'assister ou de se faire représenter à l'ouverture des paquets cachetés, qui aura lieu au jour et à l'heure ci-dessus indiqués. Les soumissionnaires restent liés par leur soumission pendant cinq semaines, à partir de cette même époque.

ART. 10. — L'épreuve des rails sera faite à l'usine même par un commissaire du gouvernement grand-ducal; cette épreuve aura pour objet de constater les défauts énumérés dans l'art. 5 ci-dessus, de constater le poids au moyen d'une balance légale, de vérifier la forme au moyen du gabarit poinçonné, et de vérifier la structure et la solidité du fer au moyen d'essais sur la résistance au choc et par l'examen de la cassure: le commissaire s'attachera en outre à reconnaître si les procédés de fabrication spécifiés sont exactement suivis.

ART. 11. — L'entrepreneur doit, avant chacune des époques de livraison, faire savoir que ses rails sont prêts pour l'examen et les épreuves auxquels ils doivent être soumis, assez tôt pour que cette opération puisse être faite d'une manière complète et sans précipitation, et sans qu'il en résulte de retard pour les livraisons, auquel cas il aurait à supporter seul toutes les conséquences du retard.

ART. 12. — L'entrepreneur de cette fourniture de rails devra donner libre entrée à tout instant dans son usine au commissaire grand-ducal, lui donner tous les renseignements nécessaires, lui fournir tous les ouvriers dont il aura besoin pour ses essais, et disposer avant son arrivée tous les appareils nécessaires, et notamment un mouton de 300 kilogrammes tombant de 5 mètres de hauteur. Le commissaire soumet à son choix les rails à l'épreuve du choc ou de la cassure. Pour l'épreuve de choc, on place le rail sur deux supports écartés de 1 mètre, et on laisse tomber à égale distance de ces supports, de 5 mètres de hauteur, le mouton de 300 kilogrammes. Le rail qui, sous l'action de ce choc, éprouve une flexion, est retourné et soumis de nouveau à l'action du mouton. Après cette épreuve, le rail ne doit montrer aucune gerçure, cassure, etc. Si les premières épreuves de choc font soupçonner que le fer est de mauvaise qualité, ce qui est abandonné à l'appréciation du commissaire seul, l'épreuve doit être répétée sur des rails au choix du commissaire, dont le nombre représente $\frac{1}{2}$ pour 0/0 de la fourniture totale en cours de réception; si le tiers de ce $\frac{1}{2}$ pour 0/0 ne supporte pas convenablement l'épreuve, le commissaire a le droit de rejeter toute la fourniture sans autre examen. Tous les rails reconnus de bonne qualité sont poinçonnés; tous les rails reconnus de mauvaise qualité, de mauvaise forme ou de poids trop fort ou trop faible, sont frappés d'un poinçon de rebut, et ne peuvent pas être compris dans les livraisons.

ART. 13. — La réception quant au nombre des rails a lieu à l'usine, et est constatée par un procès-verbal signé par le fabricant et le commissaire. La détermination du poids qui sert de base au paiement a lieu à Mayence, aux frais de l'administration du chemin de fer, et sur une balance publique. Le fournisseur est libre d'assister en personne au pesage ou de s'y faire représenter. Il renonce à tout droit de réclamation ultérieure au sujet de cette opération.

ART. 14. — La valeur constatée par le pesage est payée, au plus tard huit jours après l'achèvement de l'opération, au fournisseur ou à son fondé de pouvoirs.

ART. 15. — Le soumissionnaire s'engage, comme garantie de l'accomplissement entier et régulier de son marché, à déposer un cautionnement égal à 4 pour 0/0 du prix total de la fourniture, dans le délai de quatorze jours, après l'échange des signatures. Ce cautionnement doit être déposé en argent comptant ou en effets publics du grand-duché de Hesse; il n'est rendu qu'après l'achèvement des livraisons, conformément au présent cahier des charges.

ART. 17. — Toutes les contestations, auxquelles pourrait donner lieu l'exécution du cahier des charges, seront jugées par trois arbitres, qui devront être nommés dans le délai de quatorze jours, l'un par la direction des chemins de fer du grand-duché de Hesse, l'autre par le fournisseur, et le troisième par les deux premiers. Dans le cas où ceux-ci ne tomberaient pas d'accord pour ce choix, il sera déferé au tribunal supérieur de Darmstadt.

CHAPITRE V.

STATIONS ET DÉPENDANCES.

Généralités. — Gare de Leipzig (chemin saxon-bavarois). — Service sur les côtés. — Service en tête; gare de Vienne (chemin de Vienne à Gloggnitz). — Service sur un seul côté; gare de Carlsruhe. — Rebroussements. — Embranchements; gares d'Oschersleben et de Köthen. — Stations de second ordre. — Voies couvertes. — Stations ornées. — Fosses pour la visite des voitures. — Gares de marchandises; Berlin à Stettin; Anhalt. — Magasins de combustible. — Ateliers de réparation; ateliers de Nürnberg. — Réservoirs; wagon-réservoir. — Grues hydrauliques. — Superficie des gares. — Écartement moyen des stations. — Frais de construction; chemin de fer de Berlin à Francfort-sur-Oder; chemin de fer d'Anhalt; chemin de fer de Bade. — Outillage des ateliers.

La disposition des stations exerce, tout le monde le sait, une influence marquée sur l'exploitation d'un chemin de fer; la distribution des salles d'attente, des dépôts pour les bagages, des issues pour les voyageurs, l'emplacement et la forme des gares de marchandises, l'accord des besoins du service avec les exigences des conditions locales, doivent appeler d'une manière toute spéciale l'attention des ingénieurs chargés de la construction des chemins de fer. Généralités.

On peut classer les stations en deux catégories :

les gares principales placées aux extrémités ou sur quelques points exceptionnels qui nécessitent la création d'établissements considérables, et les gares ou stations intermédiaires dont l'importance n'est que secondaire. Parmi les premières, celles que l'on rencontre en Allemagne présentent des dispositions très-différentes; j'en décrirai une de chaque type particulier.

Gare
de Leipzig.
(Saxon-Bav.)

La gare de Leipzig du chemin de fer saxon-bavarois peut être citée comme un modèle parmi celles qui, se trouvant établies au niveau du sol, ont rencontré des terrains d'une étendue suffisante pour se développer à l'aise. Elle couvre un rectangle de 5666 mètres de longueur sur 141 mètres de largeur, enclos par une grille sur sa face antérieure et sur les côtés. Au milieu s'élève une grande halle ouverte par les deux bouts, sous laquelle sont compris, sans support intermédiaire pour la charpente, les deux quais de départ et d'arrivée et quatre voies. Ces quatre voies sortent de la halle du côté de la ville, et convergent, après s'être réduites à trois par la réunion des deux voies du milieu, à une grande plaque tournante de 10 mètres de diamètre sur laquelle on tourne à la fois la machine et son tender sans les désassembler. En arrière de cette plaque, un plan incliné demi-circulaire et trois portions de voie servent au chargement et au déchargement des voitures et des chevaux. De chaque côté de la halle,

et sous le même toit, se trouvent à l'ouest les bureaux de distribution des billets et d'enregistrement des bagages, deux vastes salles d'attente, un café-restaurant servant également de salle d'attente; à l'est, le logement et le bureau du chef de gare, deux magasins, des salles pour les conducteurs et les facteurs de ville, le bureau de distribution des bagages. De chaque côté, ce bâtiment principal est flanqué de deux pavillons réunis par une galerie couverte servant pour communiquer, sans entrer dans l'embarcadère, à toutes les salles de service, et fort utile en outre pour les voyageurs qui peuvent ainsi descendre de voiture ou y monter à l'abri. Les pavillons faisant face à la ville sont les plus considérables, et concourent, avec la façade de la halle, à former une élévation simple, mais remarquable au point de vue architectural. L'un de ces pavillons sert de local pour les bureaux, caisse, archives et salles de réunion; l'autre est habité par le directeur et l'ingénieur en chef. En sortant de l'embarcadère, et suivant la voie, on trouve immédiatement, et disposés symétriquement de part et d'autre, deux bâtiments de forme semblable, celui de l'ouest servant de gare pour les marchandises, celui de l'est de remise pour les voitures. A la suite de ce dernier se trouve la remise des machines séparée en deux parties, l'une pour les machines en service, l'autre pour les machines en réserve; à la suite encore, et séparé seulement par une fosse peu profonde dans laquelle

Service
sur les côtés.

se meut un pont roulant, vient l'atelier de réparation des machines. De vastes cours ménagées autour de l'embarcadère facilitent le mouvement des piétons, des voitures et des omnibus, tant à l'entrée qu'à la sortie. Sur beaucoup d'autres chemins, le service se fait également sur les côtés; quelques gares sont, comme celles du chemin saxon-bavarois, ouvertes aux deux extrémités, ce qui contribue toujours à rendre imposant l'effet de ces grandes constructions. Le seul inconvénient que l'on puisse trouver à laisser une halle d'embarcadère ouverte au fond est le froid qui peut être augmenté, l'hiver, par l'effet de courants d'air actifs; mais on peut répondre à cette objection que les trottoirs étant fermés à leurs extrémités, les voyageurs, au moment de monter en voiture ou d'en descendre, se trouvent abrités; que les mêmes courants d'air s'établissent par les ouvertures qu'il est indispensable de ménager dans la toiture; on peut, du reste, y remédier pendant une saison rigoureuse en fermant par des panneaux en bois ou des vitrages le fond de la gare. A part cet inconvénient qui n'a rien de sérieux, cette disposition est évidemment très-avantageuse; elle laisse pénétrer plus de jour dans la gare, elle permet de faire tourner la machine et son tender sur une grande plaque, elle facilite le service des équipages et des chevaux, elle permet d'établir en arrière de la gare pour les besoins du service courant des remises de voitures,

dans lesquelles les wagons sont distribués par classes, etc.

Je n'ai remarqué dans toute l'Allemagne qu'une seule gare dans laquelle le service fût concentré en tête de la halle, sans issues latérales, sans salles d'attente sur les côtés pour faciliter le mouvement des voyageurs; c'est la gare du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, à Vienne même. Les rails se trouvant sur ce point à 7 mètres au-dessus du niveau du sol, il eût été impossible d'adopter une disposition plus commode sans dépenses considérables. Je n'entrerai pas dans des détails très-circonstanciés au sujet de cette gare, qui a été décrite dans le portefeuille de MM. Perdonnet et Polonceau sous le nom de gare du chemin de fer de Vienne à Raab; j'indiquerai seulement comment s'y fait le service. La gare forme un long bâtiment rectangulaire, bordé d'un côté par la voie publique, de l'autre par une voie de service, inclinée à 33 millimètres par mètre, servant à amener les trucks à équipages et provisoirement les wagons à marchandises au niveau des voies. La façade donne sur une large place.

Service
en tête.
(Vienne
à Gloggnitz.)

L'entrée de la gare est pratiquée dans cette façade; on pénètre dans un large vestibule au fond duquel sont les bureaux de distribution de billets, et de chaque côté deux grands escaliers, celui de gauche pour monter aux salles d'attente, celui de

droite pour descendre et sortir de la gare ; sous l'escalier de gauche se trouve le bureau d'enregistrement des bagages ; au premier étage sont trois salles d'attente. Ces divers locaux forment un pavillon carré, à la suite duquel se trouve la halle, comprenant deux trottoirs et quatre voies, couverte par un toit en bois et en fer d'une seule portée. Audessous se trouvent des magasins voûtés, et une galerie par laquelle les voyageurs peuvent atteindre, à l'abri, les voitures qui stationnent sur la voie publique, le long de la gare.

La concentration du service en tête de la gare n'est admissible que dans des cas exceptionnels, semblables à celui que présente le chemin de Vienne à Gloggnitz, situé au milieu d'une plaine, à 7 mètres au-dessus du niveau du sol. Cette disposition n'a pas seulement pour inconvénient de faire parcourir tumultueusement et en désordre, par les voyageurs sortis des salles d'attente, un espace considérable, de rendre plus difficile leur répartition par stations et classes de voitures, de les faire sortir par une seule porte, toujours étroite ; lorsque la gare est au niveau du sol, elle crée pour le service des bagages, à l'entrée et surtout à la sortie, des difficultés qu'on ne peut surmonter qu'au moyen d'artifices, qui détruisent la simplicité et l'économie du service. Dans le cas où l'exhaussement des voies à une grande hauteur au-dessus du sol environnant oblige à placer le ser-

vice en tête, les inconvénients qui viennent d'être signalés n'existent plus pour le service des bagages, car il faut alors les prendre et les amener à l'étage inférieur, où se trouvent les bureaux d'enregistrement et de distribution, ce qui peut se faire sans qu'il en résulte aucune perturbation ni aucune gêne pour les mouvements des voyageurs.

Sur beaucoup de chemins de fer allemands, le service n'a pas encore pris assez d'importance pour qu'il ait été nécessaire de construire deux quais, affectés, l'un au départ, l'autre à l'arrivée. Sur les gares extrêmes du chemin de fer de Stettin, sur celles des chemins de Potsdam, de Magdebourg à Leipzig, de Dusseldorf à Elberfeld, de Cologne à Bonn, et sur d'autres encore, le service se fait sur un seul quai, commun pour l'embarquement et le débarquement.

Service sur
un seul côté.

La gare de Carlsruhe, l'une des plus considérables, est construite définitivement d'après ce système, et présente une disposition toute particulière. Elle est située près d'une porte de la ville, et borde le boulevard extérieur sur une longueur de 500 mètres. Au milieu s'élève le bâtiment principal, et en arrière une halle couverte, destinée seulement à l'embarquement des voyageurs, quel que soit le sens de la marche des trains; à droite et à gauche une halle partielle, couvrant seulement une voie,

Gare
de Carlsruhe.

et un trottoir placé dans le prolongement du précédent, sert au débarquement des voyageurs qui sortent immédiatement de la gare, ou montent dans les omnibus ou dans les voitures publiques stationnant le long de cette halle. Toutes les fois qu'un train arrive dans la gare, il s'arrête contre le premier quai de débarquement qu'il rencontre, et, après avoir laissé les voyageurs et leurs bagages, il se remet en marche pour parcourir une distance d'environ 100 mètres et se ranger contre le quai d'embarquement, le long des salles d'attente. Deux trains peuvent arriver en même temps à la gare, décharger en même temps leurs voyageurs, et venir prendre successivement ceux qui sont en partance.

De l'autre côté des voies, et en regard des quais de débarquement, se trouvent, d'une part, une remise pour les voitures en service, de l'autre, un magasin de coke. En face du quai d'embarquement, et en arrière des bâtiments précédents, se trouve une rotonde monumentale pour les machines : c'est dans cette rotonde qu'est établie la grande plaque tournante en fonte dont j'ai déjà parlé. Cette rotonde, bâtie en pierres de taille et en briques, est voûtée; elle communique en arrière avec les ateliers, qui limitent la gare parallèlement à la façade principale. Les côtés sont encadrés par des remises pour les voitures et les machines, qui serviront en même temps d'ateliers de montage et de réparation. La

gare de marchandises, qui n'a que très-peu d'importance, est rejetée sur l'un des côtés du terrain. On a évité ainsi de faire passer, soit dans la gare sur les voies, soit en dehors par des passages de niveau, les nombreux voyageurs que cette station fournit au chemin de fer. Cette solution de la difficulté, quelque incomplète qu'elle soit, vaut encore mieux qu'une station de tête obtenue par rebroussement, qui aurait évidemment facilité l'entrée et la sortie des voyageurs, mais qui aurait allongé le parcours de près de 2 kilomètres, en substituant à un alignement droit des courbes à double courbure de petit rayon, et qui surtout aurait nécessité dans la gare des mouvements de machines et de voitures longs et dispendieux.

Il y a eu évidemment, en Allemagne, des cas où il était indispensable de recourir à un rebroussement, pour s'approcher du centre d'une ville importante, surtout d'une ville fortifiée; mais on ne s'est pas assez préoccupé des inconvénients que présentent les stations récurrentes. A Brunswick, le chemin de fer de Magdebourg à Hannovre, ou de Berlin à Cologne, se trouve brisé par une station de tête dont la nécessité n'est nullement démontrée. A Leipzig, les gares des chemins de Magdebourg et de Dresde sont accolées, tandis que les deux chemins auraient pu facilement former une ligne continue tangentielle à la ville. A Magdebourg, la configuration du

Rebrousse-
ments.

sol autour de cette ville, le grand développement de ses fortifications, auraient rejeté la gare à 1,500 ou 2,000 mètres du point où elle se trouve maintenant, si l'on avait voulu, à tout prix, éviter de faire rebrousser chemin aux voyageurs en passage et à destination de Brunswick et Hannovre.

Il est juste de dire qu'en Allemagne, la plupart des lignes ont été projetées et exécutées isolément et sans vues d'ensemble; il est possible même que, dans quelques endroits, on se soit proposé, dans un intérêt mesquin de localité, de gêner le passage des voyageurs pour les retenir et prélever sur eux des impôts de séjour et de consommation.

On doit, en France, où l'exécution des chemins de fer est favorisée par un élément qui manque partout ailleurs, la centralisation, éviter tout ce qui peut faire obstacle à la circulation rapide d'une extrémité à l'autre du territoire. On tend maintenant à abréger la durée des trajets sur les chemins de fer; c'est en diminuant la durée des arrêts qu'on y parviendra sans inconvénient et sans courir les risques d'une vitesse exagérée.

Inconvé-
nients.

Les inconvénients des rebroussements, à des points d'une importance secondaire, où il n'y a pas nécessairement une recomposition des trains ou un transbordement des voyageurs, sont : une perte évi-

dente de temps pour ramener la machine, les wagons de bagages en avant du train, les wagons de voyageurs à l'arrière; dans les trains de marchandises à petite vitesse, pour retourner les chaises de poste ouvertes, etc., un changement de position par rapport au sens de la marche souvent fort incommode pour certains voyageurs, une dépense évidente pour la main-d'œuvre nécessitée par toutes ces manœuvres, un surcroît de péage pour les voyageurs et les marchandises, surcroît de péage qui peut, aux abords des grandes villes où la circulation est très-active, représenter pour la société un capital de plusieurs millions, la substitution à un tracé rectiligne ou à courbes de très-grand rayon, de courbes à double courbure de très-petit rayon.

Les stations d'embranchement sont généralement situées sur la partie commune aux deux chemins qui se réunissent; il en est ainsi à Köthen, à Appenweier sur le chemin de Bade, à Londenbourg et Prerau sur le chemin du nord en Autriche. On trouve, cependant, à Oschersleben, au point où le chemin de fer de Brunswick s'embranchement sur celui de Magdebourg à Halberstadt, un système tout différent; la station est dans l'angle des deux voies divergentes. Les voyageurs arrivant de Magdebourg et allant à Halberstadt, continuent dans les mêmes voitures; ceux qui vont à Brunswick descendent et passent derrière la station pour aller prendre place dans

Embranchement.

Gare d'Oschersleben.

les voitures du chemin de Brunswick; les bagages sont transbordés à la main, ou le wagon à bagages amené en tête du train. Le bâtiment de la station a été construit à frais communs, par la Compagnie du chemin de Magdebourg à Halberstadt, et le gouvernement brunswickois; les autres établissements, comme remises de voitures, dépôts de machines, réservoirs, etc., sont séparés pour chaque chemin et reportés de l'autre côté des voies. Le seul avantage de cette disposition, est d'éviter que les voyageurs qui passent d'un convoi dans l'autre traversent les voies au milieu des trains et des machines en mouvement, ce qui n'est pas sans danger.

Gare
de Köthen.

A Köthen, il y a quatre voies dans la station, qui est située à 300 ou 400 mètres au delà du point d'embranchement; deux d'entre elles, avec un seul quai sur la gauche, quand on regarde Leipzig, sont attribuées au chemin de fer d'Anhalt. Tous les trains viennent accoster le même quai; la seconde voie sert pour le service intérieur de la gare. Le chemin de Magdebourg à Leipzig a également deux voies, mais avec un quai compris entre ces deux voies, dont l'une est destinée aux trains de Magdebourg à Leipzig, l'autre aux trains de Leipzig à Magdebourg; il emprunte, comme celui d'Anhalt, la voie de service pour tous les mouvements de gare. Les établissements des deux Compagnies sont réparés et placés pour chacune d'un côté différent du

chemin de fer. Les voyageurs arrivant de Berlin redescendent le quai d'Anhalt sur toute sa longueur, traversent les voies sur une espèce de passage de niveau et remontent sur le quai de Magdebourg à Leipzig, pour prendre les trains montants ou les trains descendants. Les trains du chemin de Magdebourg à Leipzig (à double voie) se croisent au même instant, ou à un quart d'heure seulement d'intervalle, à Köthen, où ils arrivent 30' après l'heure fixée pour l'arrivée du train correspondant du chemin d'Anhalt (simple voie), de telle sorte que les voyageurs partis de Berlin peuvent correspondre, à la fois, avec Leipzig et Dresde d'une part, et de l'autre avec Magdebourg, Brunswick et Hannovre. La correspondance inverse s'établit le matin, par un train partant de Köthen à 8 h. 30', trois quarts d'heure ou une heure après l'arrivée des trains de Magdebourg et de Leipzig, et à 1 h. 30' par un train partant cinq quarts d'heure après l'arrivée du premier train de Berlin, et trois quarts d'heure après l'arrivée des trains de Magdebourg et de Leipzig. Il y a toujours une demi-heure ou trois quarts d'heure de délai pour les retards que peuvent éprouver les divers trains.

Les stations secondaires se composent ordinairement d'un simple bâtiment placé sur l'un des côtés, et quelquefois assez loin du chemin de fer; sur les chemins à une voie, à toutes les stations où il n'y a pas croisement de trains, les voyageurs mon-

Stations de
second ordre.

tent et descendent du même côté; lorsque deux trains se croisent, il y a un quai le long de la gare d'évitement, en dehors ou dans l'entrevoie, et même sur certains chemins les voyageurs descendent immédiatement sur le sol, entre les voies. Il y a beaucoup de circonstances où la circulation des voyageurs entre les trains, auxquels on ôte ou on ajoute des voitures, dont les machines vont et viennent, est évidemment dangereuse; cependant on ne paraît pas généralement s'en préoccuper, et on ne cite pas d'accidents sérieux dus à cette cause.

Voies
couvertes.

Sur le chemin de fer du nord, en Autriche, aux stations d'embranchement, où s'effectue le transbordement des voyageurs d'un train à l'autre ou la séparation des voitures, les voies sont couvertes d'une halle ouverte de tous les côtés, sous laquelle trois trains se trouvent ensemble à l'abri.

Sur le chemin de Vienne à Gloggnitz, aux stations intermédiaires les plus importantes, les voies principales restent à découvert; mais il y a de part et d'autre des hangars couverts sous lesquels pénètrent les convois, pendant la mauvaise saison; les voyageurs montent et descendent alors à l'abri. Dans le grand-duché de Bade, les voies ou tout au moins les trottoirs d'embarquement et de débarquement sont couverts.

Le climat de la France est assez favorable, pour

que dans la plupart des cas il ne soit pas nécessaire de couvrir les stations intermédiaires; cependant on pourrait souvent, sans une grande dépense, établir des marquises sur les trottoirs pour faire stationner, monter et descendre les voyageurs à l'abri.

Dans le grand-duché de Bade et en Bavière, le gouvernement, en construisant les chemins de fer, en a fait un véritable monument national, qui embellira le pays, indépendamment des avantages plus directs qui résulteront de leur établissement. Les stations, maisons de gardes et constructions de toute espèce présentent extérieurement un luxe d'architecture élégant et de bon goût, et cependant peu coûteux. D'après le programme arrêté par le roi de Bavière, dont le goût pour les arts est bien connu, les bâtiments construits dans chaque localité devront reproduire les principaux motifs d'architecture des édifices publics ou des constructions privées qu'on y rencontre; à Nürnberg, la maison de Direction sera un délicieux hôtel-de-ville du xiv^e siècle; aux abords du lac de Constance, les gardiens de la voie et les receveurs des stations intermédiaires seront logés dans des chalets. L'excellente qualité et le bas prix des matériaux, le bas prix de la main-d'œuvre rendent en définitive tout ce luxe d'architecture moins dispendieux qu'on ne pourrait le croire.

Stations
ornées.

On remarque sur plusieurs chemins de fer, no-

Fosse pour la visite des voitures. tamment sur ceux de Berlin à Stettin et d'Anhalt, une fosse ouverte dans toute la longueur de la voie qui borde le quai d'embarquement; cette fosse sert pour la visite des voitures, qui est exactement faite avant chaque départ. Cette visite essentielle présente de grandes difficultés lorsque l'agent qui en est chargé doit se traîner sous les voitures; il y a peu de chances pour que son examen soit attentif, lorsqu'il est obligé de ramper pour passer sous les caisses et sous les essieux. Cette fosse n'a qu'un inconvénient, c'est d'être dangereuse pour les hommes en service dans la gare, qui peuvent y tomber par inattention; un voyageur même qui se laisserait tomber du quai sur la voie, serait nécessairement précipité au fond de la fosse, si elle n'était pas couverte par des voitures; néanmoins, on ne peut que recommander ce moyen de faciliter la visite des voitures.

Il est plus rationnel de faire la visite à l'arrivée des trains, que de la faire avant le départ; car, lorsque l'on compose un train, on y ajoute souvent, au moment même du départ, des voitures qui pourraient ne pas avoir été soumises à la visite; si l'on inspecte au contraire les voitures après l'arrivée, il n'y aura jamais dans les gares ou dans les remises une voiture qui n'ait pas été visitée depuis son dernier voyage, et qui ne soit en état de circuler.

La visite des voitures peut être faite, pour ce qui concerne la propreté, la conservation de la caisse, etc., par les conducteurs; mais pour la partie mécanique, il est nécessaire d'affecter à cette visite un agent spécial, ouvrier ou contre-maître mécanicien, qui puisse en même temps faire toutes les petites réparations courantes, resserrer des boulons ou des clavettes, rajuster des goupilles, rétablir le serrage des freins au fur et à mesure de l'usure des sabots. Cet agent doit porter son attention sur les bandages, les roues, les essieux, les boîtes à graisse, les plaques de garde, les ressorts de traction, l'attelage, les ressorts de choc, le châssis et les freins.

Les gares de marchandises ont, comme le trafic des marchandises, généralement peu d'importance sur les chemins de fer allemands. Elles sont construites suivant deux systèmes différents, soit avec voies intérieures comprises entre deux quais dont l'un est affecté au chargement et l'autre au déchargement, soit avec voies extérieures et un seul quai compris entre les voies de fer et la voie pavée pour les voitures : dans ce dernier cas, il y a deux gares distinctes, l'une pour le départ, l'autre pour l'arrivée.

Gares de marchandises.

La gare de marchandises de Berlin du chemin de fer de Stettin, construite suivant le premier sys-

Berlin
à Stettin.

tème, forme un bâtiment rectangulaire de 88 mètres de longueur sur 26 mètres de largeur; dans l'axe se trouvent deux voies, entre deux quais espacés de 6^m,20, et dont le niveau est à 1^m,40 au-dessus des rails. Ces voies sortent de la gare et se réunissent à un changement de voie qui permet de faire passer les wagons de l'une à l'autre. Les faces latérales du bâtiment sont percées chacune de neuf portes à coulisse, avec une petite plate-forme en saillie à l'extérieur pour le chargement et le déchargement des marchandises; des auvents placés de chaque côté mettent les voitures à l'abri.

Cette disposition de gare est favorable à l'économie des frais de premier établissement, puisqu'elle comprend une grande longueur de quais sous une surface de charpente relativement peu considérable; mais elle exige pour l'entrée des trains une manœuvre compliquée, la machine locomotive ne pouvant pas pénétrer dans la gare à cause des dangers d'incendie, et en outre parce qu'il ne resterait pas une voie libre pour l'en faire sortir; sans cela il serait nécessaire de faire entrer les wagons en les poussant à bras d'homme ou bien en les faisant remorquer par un cheval. Il serait nécessaire, pour rendre le service commode, de disposer une troisième voie entre les deux autres, et de placer des plaques tournantes pour faciliter la répartition des diverses espèces de wagons sur les points où

sont déposées les marchandises à charger ou à décharger.

Pour une gare importante, il faudrait nécessairement juxtaposer plusieurs gares partielles, semblables à celle qui vient d'être décrite et dont les voies viendraient s'embrancher à angle droit, par des plaques tournantes ou des courbes de très-petit rayon (système Laignel), sur les voies de départ et d'arrivée des convois; la répartition des wagons se ferait par nature de chargements entre les diverses gares partielles, entre lesquelles auraient accès les voitures, charrettes et camions, pour le chargement et le déchargement des marchandises. La gare des marchandises des Batignolles (chemin de fer de Rouen) présente dans son ensemble de l'analogie avec cette disposition.

Le chemin de fer d'Anhalt fournit un exemple du second type que j'ai signalé. A Berlin, la gare des marchandises est divisée en deux parties complètement distinctes; l'une est destinée au départ, l'autre à l'arrivée. Chacun des deux corps de bâtiment a 50 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur; il est bordé de chaque côté par un auvent dont la saillie totale est de 5 mètres. Les façades latérales sont percées chacune de six portes à coulisses et garnies d'une sorte de quai en planches d'un mètre de largeur, de niveau avec le sol inté-

Anhalt.

rieur, pour faciliter le chargement et le déchargement des voitures et des wagons. D'un côté se trouvent deux voies, dont l'une passe sous l'auvent, et sert pour le stationnement des wagons pendant le transbordement des marchandises; de l'autre une cour pavée pour les voitures qui s'acculent sous le second auvent. Les deux gares de départ et d'arrivée sont dans le même alignement et empruntent les deux mêmes voies. Cette forme de gare résulte simplement du dédoublement de la précédente.

La gare de marchandises de Dusseldorf (chemin d'Elberfeld à Dusseldorf) est mise en communication avec le port du Rhin par une voie posée au niveau du sol dans les rues qui contournent la ville.

**Magasins de
combustible.**

On trouve sur tous les chemins de fer d'Allemagne des magasins spéciaux pour le combustible, coke ou bois; on attache beaucoup d'importance à maintenir le coke à l'abri des effets de la pluie, du soleil et de la gelée, surtout lorsqu'il est approvisionné par eau et par conséquent d'une manière irrégulière, ce qui exige la formation de grandes réserves.

**Ateliers de
réparation.**

Les ateliers de réparation de beaucoup de chemins de fer sont encore très-incomplets; sauf un petit nombre d'exceptions, ils sont organisés seulement pour l'entretien et la réparation. Les exceptions sont : la fabrique de machines du chemin de

Vienne à Gloggnitz qui construit sur une grande échelle des machines locomotives et des wagons pour le compte de l'État, et des machines de toute espèce pour l'industrie privée; la fabrique de voitures du chemin de fer de Leipzig à Dresde, qui est en grand renom dans toute l'Allemagne, pour la bonne construction des voitures qu'elle a fournies à un grand nombre de lignes; le chemin de fer de l'État en Bavière, pour lequel on a organisé à Nürnberg un grand atelier de construction de voitures.

Les principaux ateliers ne sont encore qu'à l'état provisoire; je donnerai dans le chapitre suivant quelques détails sur la fabrique de machines du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz. La seule chose qui mérite d'être remarquée dans les ateliers des autres chemins, comme outillage ou installation mécanique, est l'emploi, dans les ateliers de la gare centrale de Nürnberg, de deux martinets pour les travaux de forge ordinaires; ils sont mis en mouvement, par l'intermédiaire de poulies et de courroies, par la machine qui fait mouvoir tous les autres outils de l'atelier. Cette machine, construite par MM. Meyer et compagnie, de Mulhouse, est à détente variable menée par le mouvement du régulateur à boules. L'embrayage ou le débrayage des martinets ne produit pas de changement sensible dans la vitesse de la machine et dans celle des arbres de transmission.

Ateliers
de Nürnberg.

Réservoirs. On a généralement apporté beaucoup de soin dans la recherche des eaux d'alimentation ; cependant, sur quelques chemins, elles sont tellement incrustantes, qu'elles détruisent promptement les boîtes à feu. Les réservoirs sont autant que possible disposés au-dessus des machines à vapeur qui font marcher les pompes, ou sur les scieries mécaniques pour le bois de chauffage, etc., ou bien elles sont chauffées par des appareils spéciaux ; la rigueur du climat en hiver nécessite l'emploi de nombreuses précautions pour empêcher les pompes des machines de geler : l'une des premières consiste à chauffer l'eau dans les réservoirs.

Wagon-réservoir. Sur le chemin de fer de Magdebourg à Leipzig, les ateliers sont à 3 kilomètres de la station et à 1 kilomètre environ de l'Elbe, et l'eau des puits, creusés dans le sol d'alluvion, y est très-chargée de matières calcaires. On a imaginé de construire un réservoir ambulant placé sur un wagon, et dont le fond est plus élevé que la partie supérieure des caisses de tender et que le niveau de l'eau dans les chaudières. On remplit ce réservoir à la gare de Magdebourg, dont l'emplacement a été en partie conquis sur la rivière, et on l'amène aux ateliers pour remplir les chaudières des machines que l'on met en feu, et les tenders des machines de réserve ; il est remorqué dans son mouvement de va et vient, qui, du reste, n'est pas très-fréquemment répété,

par les machines qui partent du dépôt pour aller prendre les trains en partance, ou qui reviennent de la gare après y avoir amené les trains de Leipzig ou d'Halberstadt. Cette précaution est fort sage et fort utile ; elle pourrait être imitée avec avantage sur plusieurs de nos chemins de fer.

Les grues hydrauliques sont quelquefois dispo- Grues hydrau-
liques.
sées dans l'entrevoie, et servent alors aux convois qui marchent dans les deux sens. Toutes celles qui sont formées par des colonnes isolées, et dont le col n'est pas attaché immédiatement au réservoir, sont garnies d'un robinet qui sert à les vider complètement pendant l'hiver, pour prévenir l'effet de la gelée. On trouve sur le chemin de fer de Hanovre une grue hydraulique à long col articulé, pouvant servir pour les deux voies et atteindre le tender dans une position quelconque, sans qu'il soit nécessaire de faire avancer ou reculer le train pendant que les voyageurs descendent des voitures, lorsque le mécanicien n'a pas arrêté le convoi exactement au point voulu. Un premier col en fonte est attaché immédiatement au réservoir et peut tourner autour d'un pivot voisin de sa naissance ; à son extrémité s'adapte un autre col en cuivre rouge, soutenu par un système de tirants brisés. Cette grue est très-légère et très-solide ; elle peut verser l'eau sur tous les points d'un demi-cercle de 7 mètres de rayon.

Il y a peu d'utilité à pouvoir verser indistinctement sur l'une ou l'autre des deux voies ; car, si les trains qui marchent dans un sens, lorsqu'ils sont arrêtés à la station, ont leur tender près d'un réservoir ou à portée d'une grue hydraulique, ceux qui marcheront en sens contraire auront la queue où les autres avaient la tête, et ne pourront se servir de la même grue qu'en s'arrêtant une première fois pour prendre de l'eau, et une seconde pour prendre et laisser des voyageurs à la station. L'utilité des grues de ce genre se réduit donc en réalité à remédier à la maladresse des mécaniciens et des gardes-freins, lorsqu'ils ne tiennent pas suffisamment compte de la masse du train et de l'état des rails, et se laissent entraîner au delà du réservoir ou de la grue. Si l'adoption d'un appareil nouveau fait qu'il y a moins d'inconvénient à dépasser le point précis où le train doit s'arrêter, ils y mettront moins de soin et seront emportés plus loin, de telle sorte que l'inconvénient restera toujours le même.

L'utilité de ces grues à col articulé paraît donc se réduire au cas où un train serait remorqué par deux machines, qui pourraient prendre successivement leur provision d'eau à la même grue sans déplacement du train ; l'avantage est encore dans ce cas bien faible.

Superficie
des gares.

J'ai réuni ci-après quelques superficies de gares principales et de stations intermédiaires.

	hectares.
Gare de Carlsruhe (grand-duché de Bade).....	8,00
— Mannheim (<i>id.</i>).....	1,51
— Heidelberg (<i>id.</i>).....	2,07
— Appenweier (<i>id.</i>).....	1,07
— Vienne (Vienne à Gloggnitz).....	11,48
— Vienne (Nord de l'empereur Ferdinand).	2,55
— Berlin (Berlin à Francfort).....	3,57
— Berlin (Berlin à Stettin).....	4,59
— Berlin (Anhalt).....	7,15
— Buckau [ateliers] (Magdebourg à Leipzig).	5,11
— Halle (<i>id.</i>).....	6,38
— Halberstadt (Magdebourg à Halberstadt)..	2,81
— Oschersleben (<i>id.</i>).....	2,53
— Leipzig (saxon-bavarois).....	7,98
— Hambourg (Hambourg à Bergedorf).....	6,38

J'ai calculé pareillement, pour un certain nombre de chemins, l'écartement moyen des stations, afin de donner un nouvel élément d'appréciation pour l'importance du trafic des chemins de fer allemands. J'ai compris dans le nombre total des stations les gares extrêmes et les points de halte qui ne sont desservis que par un petit nombre de trains.

Désignation des chemins de fer.	Nombre des stations.	Écartement. km.
Grand-duché de Bade (de Mannheim à Freiburg).....	32	7,1
Nürnberg à Fürth.....	2	6,0
Munich à Augsbourg.....	10	6,7
Nürnberg à Bamberg.....	8	8,5

		km.
Oberhausen à Nordheim.....	4	12,3
Vienne à Gloggnitz.....	25	3,1
Nord de l'empereur Ferdinand	29	11,4
Vienne à Trieste.....	14	7,3
Haute Silésie.....	8	11,5
Breslau à Freiburg et Schweidnitz.....	6	13,6
Berlin à Francfort-sur-Oder.....	7	13,5
Berlin à Stettin ...	8	19,2
Berlin à Potsdam.....	5	6,6
Anhalt.....	12	13,8
Magdebourg à Leipzig.....	9	14,8
Magdebourg à Halberstadt.....	7	9,8
Dusseldorf à Elberfeld.....	7	4,6
Rhénan.....	10	8,6
Bonn à Cologne.....	6	5,8
Leipzig à Dresde.....	8	16,4
Saxon-Bavarois,	5	16,7
Brunswick à Harzburg.....	6	9,1
Brunswick à Hannovre.....	8	8,4
Hambourg à Bergedorf.....	2	15,5
Altona à Kiel.....	9	12,9
Taunus.....	8	6,2

Frais de
construction
des gares et
stations.

Chemin de fer
de Berlin à
Francfort.

Je donnerai, en terminant ce chapitre, quelques détails sur les frais de construction de diverses gares. Je prendrai pour premier exemple le chemin de fer de Berlin à Francfort-sur-l'Oder, en reproduisant le détail du prix de revient de toutes les stations, depuis celle de Berlin jusqu'aux simples points de halte où les trains s'arrêtent sur signal.

La valeur des terrains, les terrassements et la dépense de premier établissement des voies de fer, plaques tournantes et changements de voie, ne s'y trouvent pas compris.

Gare de Berlin.

	fr.	c.
Bâtiment de l'administration.....	113,645	46
Gare des voyageurs et dépendances.....	200,327	76
Ateliers et dépôt des machines.....	107,347	00
Remises pour les voitures à voyageurs.....	67,783	55
Remises pour les wagons à marchandises....	78,702	08
Cour de service.....	2,095	78
Pompes à incendie et remise.....	6,402	72
Gare de marchandises sur les bords de la Sprée	90,125	18
Outillage des ateliers.....	36,706	37
Clôture de la station.....	18,837	15
Pavage des rues donnant accès à la gare....	94,059	63
Appareils d'éclairage.....	18,359	68
Prise d'eau dans la Sprée.....	16,722	08
Reconstruction et réparation du mur et des bâtiments de l'octroi.....	14,302	79
Écuries.....	9,056	48
Bureaux de la poste.....	10,753	06
Cour des bestiaux et abreuvoirs.....	3,230	67
Bascule.....	5,947	50
Puits.....	2,790	66
Magasin à bois.....	1,452	84
Dépenses diverses.....	8,692	16
Total.....	907,340	60

Gare de Francfort-sur-Oder.

	fr.	c.
Gare des voyageurs	66,344	45
Remises pour les voitures de voyageurs.....	16,000	12
Bureau d'enregistrement des bagages.....	13,176	06
Bureau de distribution.....	6,644	61
Dépôt des machines et installation.....	46,444	01
Gare de marchandises.....	39,802	74
Terrasse.....	7,643	71
Lieux d'aisances.....	2,207	82
Clôtures.....	7,621	45
Appareils d'éclairage.....	1,630	17
Pavage des rues aux abords de la gare.....	43,461	91
Puits.....	11,019	07
Emplacement des bestiaux, rampes de chargement, etc.....	2,678	62
Hangars pour le bois.....	1,706	60
Dépenses diverses.....	4,120	70
Total.....	270,502	04

Station de Fürstenwalde.

	fr.	c.
Bâtiment de la station.....	28,236	81
Réservoir et appareils d'alimentation.....	8,141	60
Maison de garde avec réservoir... ..	11,929	13
Lieux d'aisances, clôtures, puits.....	4,293	58
Remise pour les voitures de voyageurs.....	8,442	48
Pavage.....	902	27
Emplacement des bestiaux.....	260	80
Hangars pour le bois.....	927	50
Dépenses diverses.....	2,444	89
Total.....	65,579	07

Station de Könenick.

Station de Briesen.

Bâtiment de la station.....	15,743	^{fr.} 76
Remise de locomotives et réservoirs.....	7,188	^{c.} 50
Installation intérieure de la remise des loco- motives.....	3,347	16
Clôture, puits, etc.....	2,393	69
Ustensiles et hangar pour le bois.....	1,298	50
Dépenses diverses.....	634	78
Total.....	30,606	39

Halte de Hangelsberg.

	fr.	c.
Maison de garde-ligne avec réservoir, servant de station.....	12,983	14

Halte de Rosengarten.

Maison de garde servant de station, et réservoir.....	13,054	38
Puits.....	1,639	88
Total.....	14,694	20

Les deux gares extrêmes de Berlin et de Francfort sont aussi simples que possible; les quais et les voies de départ et d'arrivée sont seuls recouverts d'une toiture légère; les voies du milieu ne sont pas couvertes.

Chemin de fer
d'Anhalt.

La gare du chemin de fer d'Anhalt à Berlin, l'une des plus importantes de cette ville, a coûté la somme totale de 1,981,507 fr. 66 c., tous frais compris, conformément au détail ci-joint :

	fr.	c.
Acquisitions de terrains et indemnités.....	561,923	65
Travaux de terrassements.....	186,290	97
Gare des voyageurs.....	289,887	16
Remises pour les voitures de voyageurs.....	21,712	40
Gares de marchandises.....	91,437	03
Forge et ateliers (bâtiments).....	193,571	48
Remise des machines et magasin de coke...	63,747	45
Fours à coke.....	46,101	94

DÉTAILS STATISTIQUES.

227

	fr.	c.
Bureau des bagages.....	3,839	11
Lieux d'aisances.....	616	97
Maison d'habitation des employés.....	157,004	23
Reconstruction de la porte de la ville avec corps-de-garde et bureaux d'octroi.....	80,558	94
Mur de clôture du parc du prince Albert...	15,254	41
Pavage et dallage, etc.....	89,863	90
Clôture, barrières, hangars, rampes pour les voitures, etc.....	31,709	37
Fosse pour la visite des voitures, canaux d'écoulement, etc.....	2,452	23
Plaques tournantes, ponts volants, etc.....	21,263	12
Voies de fer, changements de voie, etc.....	26,769	88
Bascule pour peser les wagons des marchan- dises.....	6,783	73
Éclairage au gaz, candélabres, etc.....	9,553	96
Réservoirs, grues hydrauliques, puits.....	5,360	21
Machine fixe des ateliers et dépendances....	21,850	04
Travaux de démolition et de reconstruction divers.....	30,353	37
Appointements, gratifications et frais de bu- reau, pendant la construction.....	32,649	11
Total.....	1,981,507	66

Sur le chemin de fer de Bade, on a compté pour les frais d'établissement des stations suivantes, déjà terminées ou en cours d'exécution, en y comprenant les terrains, les terrassements, les plaques tournantes et changements de voie, sans la voie de fer :

Chemin de fer
de Bade.

	fr.	c.
Mannheim.....	666,551	60
Heidelberg.....	576,355	88
Langenbrücken.....	49,294	99
Bruchsal.....	167,430	61
Durlach.....	108,754	53
Carlsruhe (gare centrale).....	1,579,225	74
Ettlingen.....	94,226	75
Rastatt.....	153,624	16
Oos.....	463,385	20
Bühl.....	73,011	20
Achern.....	112,586	25
Appenweier.....	180,705	13
Kehl.....	739,004	45
Offenburg.....	516,691	65

Outillage
des ateliers.

Sur ce même chemin, l'atelier central de Carlsruhe est destiné aux grandes réparations des machines et des voitures; une succursale sera établie à Freyburg pour les réparations importantes, qui cependant ne sont pas équivalentes à une reconstruction. Cinq ateliers d'entretien, pour les réparations courantes, seront en outre établis aux stations d'Heidelberg, d'Oos, d'Offenburg, de Kehl, et à la frontière de la Suisse. Enfin, quelques petits ateliers, pour les réparations accidentelles, seront disposés à Mannheim, Appenweier, Emmendingen, et à une des stations au delà de Freyburg. Les devis dressés en 1844, basés sur l'expérience de plusieurs années d'exploitation sur les premières sections du chemin de fer, établissent ainsi qu'il suit le détail de l'outillage de ces ateliers de diverses classes :

Atelier central de Carlsruhe (première classe).

	fr.	c.
8 tours de diverses dimensions.....	29,670	00
10 machines à raboter, percer, et diverses..	32,357	50
Machine à vapeur.....	12,040	00
12 feux de forge et soufflerie.....	12,577	50
Ustensiles, menus outils, etc.....	14,835	00
Outillage de l'atelier de réparation des voi- tures.....	5,375	00
Grues, machines à caler les roues, etc.....	10,750	00
Frais imprévus.....	4,945	00
Total.....	122,550	00

Atelier de Freyburg (deuxième classe).

5 tours de dimensions diverses.....	17,737	50
5 machines à raboter, percer, etc.....	11,287	50
Machine à vapeur.....	8,170	00
8 feux de forge et soufflerie.....	9,245	00
Ustensiles et menus outils.....	9,890	00
Outillage de l'atelier des voitures.....	4,300	00
Engins, grues, etc... ..	7,525	00
Frais imprévus.....	4,945	00
Total.....	73,100	00

Grands ateliers de troisième classe.

	fr.	c.
6 tours, machines à raboter et percer, etc....	20,210	00
Machine à vapeur.. ..	6,450	00
6 feux de forge et soufflerie.....	6,665	00
Ustensiles et menus outils, engins, grues, etc.	7,310	00
Outillage de l'atelier des voitures	3,225	00
Frais imprévus.....	1,290	00
Total.....	45,155	00

Petits ateliers de troisième classe.

	fr.	c
1 tour et outils accessoires.....	9,460	00
2 feux de forge, soufflerie, etc.....	3,440	00
Outillage de l'atelier des voitures.....	2,580	00
Frais imprévus.....	860	00
Total.....	16,340	00

Ateliers de quatrième classe.

1 feu de forge avec assortiment d'outils..... 2,150 fr.

La dépense de l'outillage, pour toute la ligne, peut se résumer ainsi :

Atelier central de Carlsruhe.....	122,550	fr.
Succursale de Freyburg.....	73,100	
Ateliers de 3 ^e classe. { 3 grands à 45,150 fr...	135,450	
{ 2 petits à 16,340 fr.....	32,680	
4 ateliers de 4 ^e classe, à 2,150 fr.....	8,600	
Total.....	372,380	

CHAPITRE VI.

MATÉRIEL.

Programme. — 1^{re} SECTION. MATÉRIEL DE TRACTION. — § 1. *De la locomotive considérée comme véhicule.* — Roues. — Essieux ; causes de rupture ; épreuve. — Bandages aciérés. — Disposition du châssis, intérieur, extérieur ; avantages et inconvénients des deux systèmes. — Machines américaines. — Machines à quatre, six et huit roues accouplées. — Ressorts de suspension. — Compensation. — Boîtes à sable. — § 2. *De la locomotive considérée comme appareil de vaporisation.* — Combustible ; bois, coke. — Boîtes à feu, prismatiques, cylindriques. — Entretoises. — Tubes. — Cendriers. — Appareil de Klein ; appareils divers pour arrêter les étincelles. — Ventilateur pour l'allumage. — Pompes. — Raccordement du tender. — Eau d'alimentation. — Entraînement de l'eau par la vapeur. — Appareils de sûreté. — Épreuve des chaudières. — § 3. *De la locomotive considérée comme appareil moteur.* — Cylindres extérieurs. — Tuyau d'échappement variable. — Détente variable ; Cabry, Sharp-Roberts, Stephenson, Meyer, Hawthorn, Borsig, Angelé. — Dimension des locomotives. — § 4. *Tenders.* — Freins. — Capacité. — Tube indicateur. — Pompe à incendie. — Appareil de décrochage. — § 5. *Statistique.* — Origine des machines. — Fabriques en Allemagne. — État des machines. — § 6. *Cahier des charges.* — Autriche. — Bavière. — 2^e SECTION. MATÉRIEL DE TRANSPORT. — Voitures anglaises, belges, américaines, allemandes. — Wagons pour le transport des bois. — Chasses-neige — Boîtes à graisse. — Ressorts de suspension ; balancier. — Châssis articulé. — Fabriques principales. — Prix des voitures.

Je n'entreprendrai pas de donner ici une description détaillée des machines locomotives et des voitures de toute espèce, employées pour le transport sur les chemins de fer ; j'indiquerai seulement toutes

Programme.

les particularités, dans la construction des différentes parties de ces appareils, que j'ai remarquées sur les chemins de fer d'Allemagne. Un grand nombre des innovations que je signalerai paraîtront peut-être dépourvues d'intérêt, cependant je crois qu'il est essentiel de mentionner tout ce qui a été essayé ou pratiqué; ce ne sont pas les idées nouvelles qui manquent pour le perfectionnement des appareils mécaniques de la locomotion, c'est souvent l'occasion de les appliquer, qui fait défaut aux inventeurs; c'est surtout l'hésitation, fort naturelle chez les ingénieurs chargés de l'exploitation des chemins de fer, pour l'introduction de modifications dont le résultat n'est pas certain, qui fait souvent obstacle à des innovations utiles. Cette hésitation cesse quand on a devant soi des résultats d'expériences semblables ou analogues; je crois donc qu'il est utile de signaler toutes les tentatives d'ensemble ou de détail qui ont été pratiquement réalisées, pour l'amélioration du matériel de locomotion. Je donnerai dans ce chapitre des renseignements statistiques sur le matériel des chemins de fer allemands, et je reproduirai en entier des cahiers de charges qui ont servi de base à des fournitures importantes de locomotives en Bavière et en Autriche.

1^{re} SECTION. — MATÉRIEL DE TRACTION.§ 1. *De la locomotive considérée comme véhicule.*

Les roues qui supportent les locomotives sont construites en fer, dans toutes les fabriques du continent; on s'accorde pour proscrire les roues en fonte, même pour les wagons à marchandises. Cependant, on trouve encore en Allemagne un grand nombre de locomotives de construction américaine, dont toutes les roues sont entièrement en fonte. Sur le chemin de fer de Berlin à Francfort sur l'Oder, 15 machines construites par Norris de Philadelphie, ont des roues de ce genre, et cependant plusieurs d'entre elles ont déjà parcouru plus de 30,000 kilomètres, sans avoir éprouvé le moindre accident; les bandages, coulés d'une seule pièce avec le moyeu et les roues, ont conservé leur profil sans altération sensible. L'usage des roues en fonte, même pour les roues motrices des locomotives, s'est généralisé de plus en plus aux États-Unis; doit-on l'attribuer, comme l'affirment des constructeurs américains, à la qualité spéciale de certaines fontes au bois, préparées plus particulièrement dans l'État de Maryland, ou seulement à un motif d'économie? C'est ce qu'il serait difficile de décider. Nonobstant l'exemple du chemin de fer de Francfort, où tout ce qui est originaire d'Amérique jouit d'une faveur

Roues.

Roues
en fonte.

marquée, les ingénieurs allemands paraissent se prononcer d'une manière à peu près unanime contre l'usage des roues en fonte. La question de sécurité domine toutes les autres, et il est évident que des roues construites avec une matière rigide et cassante sont dangereuses.

Essieux.

La tendance générale, en Allemagne comme partout ailleurs, est de donner aux essieux de très-fortes dimensions; les essieux de devant des locomotives du chemin de fer de Vienne à Trieste, ont jusqu'à 15 centimètres de diamètre au milieu. Ce n'est pas seulement en améliorant la fabrication et la forme, c'est encore en augmentant les dimensions transversales qu'on est parvenu à rendre moins fréquentes les ruptures d'essieux qui ont eu quelquefois des conséquences si funestes; on conçoit, en effet, qu'une pièce de fer, dont la dimension est suffisante pour résister aux plus grands efforts qu'elle ait à supporter, s'altère lorsqu'elle a été amenée un certain nombre de fois près de sa limite de résistance, tandis qu'une pièce semblable de dimension beaucoup plus forte, toutes choses égales d'ailleurs, restant toujours très-loin de sa limite de résistance, n'est jamais entamée et se conserve indéfiniment.

**Rupture
des essieux.**

Je n'ai pas eu l'occasion de recueillir en Allemagne des renseignements propres à éclairer la question si épineuse de la rupture des essieux, par

suite de modifications dans la structure moléculaire du fer. Ce que j'ai vu ailleurs me porte à regarder comme très-problématique cette altération moléculaire ; j'ai vu des cassures à grandes lames , sur des essieux dont le corps avait la même structure que les surfaces de rupture et dont le métal était très-cassant dans toutes les parties ; j'ai vu d'autres cassures , et ce sont les plus fréquentes , sur des essieux en fers nerveux , produites graduellement par une fissure progressant de la circonférence au centre ou vers un point singulier de la section , présentant au dehors une zone matte et ternie par l'oxidation , à la suite une zone brillante à grain d'acier , et dans la partie encore intacte , le même grain nerveux ou cristallin qu'au milieu de l'essieu ou qu'à une petite distance de la cassure. Je n'ai rien vu , dans ce cas , qui indiquât autre chose qu'une rupture successive des fibres et un mattage produit par l'ouverture et la fermeture indéfiniment répétée de la fente.

Il serait beaucoup plus utile , je crois , de rechercher par le rapprochement d'un grand nombre de faits , si ces fissures , cause ordinaire des ruptures d'essieu , se produisent plus facilement avec un fer nerveux qu'avec un fer à grain de bonne qualité , que de spéculer sur des modifications moléculaires qu'il est à peu près impossible de constater ; pour reconnaître l'existence de ces modifications , il faut

briser les essieux par l'effet de chocs répétés qui pourraient bien suffire eux-mêmes pour les produire; dans tous les cas, une fois qu'un essieu est cassé, il est impossible de reproduire une cassure à une petite distance de la première.

En supprimant le collet des essieux ou en le réduisant à un congé très-peu saillant, on a certainement fait disparaître une cause très-grave d'accident, puisque ce collet, s'appuyant sur le moyeu de la roue à chaque flexion de l'essieu, tendait à déterminer une rupture dans son propre plan; cependant la pratique démontre que cette cause n'est pas la seule, puisqu'il y a des essieux sans collet qui se brisent au contact du moyeu. Il faut donc donner de fortes dimensions aux essieux, vers le point où ils s'engagent dans le moyeu, tant que l'expérience n'aura pas appris d'une manière positive, s'il n'y a pas de qualités de fer présentant une sécurité complète; il paraît y avoir avantage à leur donner un diamètre plus grand aux extrémités qu'au milieu, car ce n'est jamais cette partie qui souffre, et en leur laissant plus de flexibilité, on diminue la fatigue des parties voisines des moyeux.

Visite
des essieux.

Il serait en outre nécessaire de visiter les essieux après un certain parcours, que l'expérience n'a pas encore déterminé, mais qu'il paraît prudent de fixer à 100,000 kilomètres; lorsqu'un essieu est fis-

suré, la fente n'est pas toujours visible, mais comme elle renferme toujours une certaine quantité d'huile ou de graisse, il suffit, après avoir au besoin décalé la roue, de donner un coup de marteau sur la fusée, la partie qui correspond à la face intérieure du moyeu ayant été nettoyée avec soin, et même chauffée si la température extérieure est peu élevée; l'huile jaillit et accuse la fissure. Il est difficile de faire cette vérification sans décaler la roue, parce que c'est le plus souvent dans le plan même de la face du moyeu que se produit la fente.

En Autriche, on essaie les essieux employés pour la construction du matériel des chemins de fer de l'État de la manière suivante : l'essieu, placé horizontalement, repose sur deux cylindres, par le milieu de la partie qui doit s'engager dans le moyeu; on laisse tomber à égale distance des supports, de 1^m34 de hauteur, un boulet en fonte pesant 734 kilogrammes; l'essieu se courbe; on le redresse et on le soumet à une seconde épreuve, à laquelle il doit résister sans se rompre. On prend sur chaque fourniture, au hasard, $\frac{4}{100}$ du nombre total des essieux que l'on soumet à cette épreuve; on juge, d'après la manière dont ils la supportent, de la qualité de la fourniture. Sur le chemin de fer du Nord, les essieux de la compagnie sont soumis au même mode d'épreuve; en outre, on prend d'autres essieux qu'on laisse tomber de telle sorte que les

Mode
d'épreuve.

fusées viennent frapper sur deux points fixes. Ce mode d'épreuve fait reconnaître si les essieux sont en fer cassant, et rien de plus; il n'apprend pas si le métal est de nature à résister à l'action incessante des chocs, et des efforts de torsion et de flexion, qui tendent à déterminer graduellement, et probablement très-lentement, une fissure dans le plan de jonction avec le moyeu. On arrive au même résultat, d'une manière moins incertaine, en faisant surveiller la fabrication et la qualité des barres employées pour composer la trousse, qui se transforme en essieu sous l'action du marteau.

Bandages
aciérés.

Les essieux et les bandages, destinés au matériel des chemins autrichiens, sont fabriqués en Styrie et en Carinthie; les bandages sont livrés tout soudés. Les bandages de locomotives, mis en place et tournés, ont 45^{mm} d'épaisseur sur le bord extérieur. Les bandages des machines fabriquées à Seraing, pour le gouvernement autrichien, sont aciérés sur un tiers de leur épaisseur à la surface; l'acier est soudé au laminoir, et ensuite les bandages sont étirés au marteau.

Disposition
du châssis.

La plupart des machines nouvelles, fabriquées en Allemagne ou importées des pays étrangers; sont à cylindres extérieurs. Dans tous les modèles de machines qui présentent cette disposition, sauf une exception en Bavière, le châssis est intérieur, et les

roues motrices, comme celles de l'avant et de l'arrière, sont extérieures. Les machines du gouvernement bavarois sont à cylindres extérieurs et à châssis extérieur; les roues motrices sont menées par une manivelle fixée sur le prolongement de la fusée, en dehors de la boîte à graisse. On ne trouve rien d'analogue au double châssis du chemin de fer de Paris à Rouen, intérieur pour les roues motrices, extérieur pour les roues portantes. Deux motifs peuvent engager à faire choix de cette dernière disposition, la sécurité et l'économie de force motrice. La question de sécurité est moins importante qu'on ne l'a souvent admis, surtout lorsqu'il s'agit de machines à six roues. On a des exemples de ruptures d'essieux, entre le moyeu de la roue et la fusée, dans des machines locomotives à châssis intérieur; la plus connue a eu lieu sur le chemin de Londres à Birmingham, pour un essieu antérieur d'une machine à quatre roues de Bury; mais ces ruptures sont excessivement rares, et pourraient être entièrement évitées par l'emploi de fer de bonne qualité et par une surveillance suffisante; il est incontestable que, dans des machines à six roues, elles présentent, relativement, peu de danger, le centre de gravité se trouvant toujours compris dans l'intérieur du trapèze formé par les cinq roues qui restent intactes; si les roues motrices sont garnies de rebords, les roues du milieu et celles de l'arrière suffisent pour maintenir la machine entre les rails.

Sécurité.

En cas de rupture au milieu de l'essieu ou entre les deux fusées, le poids de la machine tend à appliquer les mentonnets contre les rails, et la rupture n'offre pas de danger sérieux. Il est certain du reste que le poids, appliqué entre les roues au lieu de l'être en dehors, ne porte pas à faux et tend beaucoup moins à faire fléchir et vibrer les essieux. Il n'y a donc pas, au point de vue de la sécurité, de motifs de préférence bien décisifs pour le double châssis, intérieur pour les roues motrices et extérieur pour les roues portantes. Si l'on adopte ce châssis, il semble qu'il faudrait au moins en profiter pour appliquer aux roues de devant un double ressort, l'un sous le châssis extérieur, l'autre sous le châssis intérieur, ainsi qu'on le fait avec succès pour les essieux coudés.

Influence sur
la traction.

Sous le point de vue de l'économie des frais de traction, il est facile de se rendre compte de la différence qui peut résulter du choix de l'un ou l'autre des deux systèmes. Si l'on suppose, d'une part, une machine locomotive à cylindres extérieurs, dont les roues portantes supportent la charge par l'intermédiaire d'un châssis extérieur, et dont les essieux antérieur et postérieur ont des fusées de 9 centimètres de diamètre ; de l'autre, une machine semblable à châssis unique intérieur, et dont les essieux ont des fusées de 13 centimètres de diamètre, le poids des machines, égal à 18 tonnes, étant également ré-

parti sur les six roues, on aura pour l'expression du travail résistant dû au frottement de chacune de ces fusées :

$$T = n \pi d P f.$$

Et pour expression de la résistance rapportée à la circonférence des roues ou au chemin parcouru :

$$R = \frac{d}{D} P f.$$

Formules dans lesquelles,

n représente le nombre de tours de roues par 1",

π le rapport de la circonférence au diamètre,

d le diamètre de la fusée,

D le diamètre de la roue,

P le poids supporté par la roue,

f le coefficient de frottement, égal, d'après

M. Morin, à 0,054 pour les tourillons en fer roulant sur bronze, avec enduit continu d'huile.

Le poids P est égal à 3,000^{kg}; le rayon des roues portantes est ordinairement égal à 1 mètre; de telle sorte que l'on a :

$$\text{Pour } d = 0^{\text{m}},09 \quad R = 14^{\text{kg}}58.$$

$$\text{Et pour } d = 0^{\text{m}},13 \quad R' = 21^{\text{kg}},06.$$

$$\text{Et enfin, } R' - R = 6^{\text{kg}},48 \text{ (1).}$$

(1) Ce résultat ne serait rigoureusement exact que si l'on tenait compte du frottement de roulement, pour la détermination de la pression qui engendre le frottement de la fusée; mais la valeur de cette composante est négligeable auprès du poids de la machine, que j'ai seul introduit dans les formules.

J'ai supposé une machine à cylindres extérieurs, par conséquent l'augmentation de résistance due à l'augmentation du diamètre des fusées, suivant que les boîtes à graisse sont extérieures ou intérieures, n'est applicable qu'aux quatre roues portantes, ou aux deux roues de devant dans les machines à marchandises. L'augmentation totale de résistance serait donc, dans un cas, de 25^{kg},72; dans le second, de 12^{kg},96; soit, environ, pour un convoi de voyageurs de 85 tonnes brutes, 3 pour 100, et, pour un convoi de marchandises de 225 tonnes brutes, 1 p. 100 de la résistance totale à surmonter par la machine. Pour les trains de marchandises, il y a donc un très-faible avantage, pour l'économie de force, à compliquer la construction du châssis pour placer à l'extérieur les boîtes à graisse des roues antérieures. Pour le service des voyageurs, si l'on tient compte, d'une part, d'une sécurité peut-être plus complète et d'une économie de force motrice qui n'est pas négligeable, on se trouve porté à préférer le double châssis de Rouen, ou toute autre disposition analogue; mais s'il était nécessaire, pour cela, d'apporter au reste du mécanisme des modifications contraires à la bonne disposition de l'ensemble, il vaudrait mieux sacrifier les 2 ou 3 centièmes d'économie auxquels on arriverait, à l'harmonie de toutes les pièces de la machine. C'est ainsi que le modèle de machines à cylindres extérieurs de Stephenson, si simple et si complet dans tous ses détails, ne pa-

raît pas susceptible de se combiner avec le double châssis du matériel du chemin de fer de Rouen, qui, de son côté, ne paraît compatible qu'avec l'inclinaison des cylindres, une certaine longueur de chaudière, etc. On ne doit donc pas s'étonner de voir la plupart de constructeurs allemands placer les roues à l'extérieur et le châssis à l'intérieur; c'est du reste là l'usage suivi en Amérique, où ils ont pris une grande partie de leurs modèles. Dans les machines à longue chaudière, il arrive quelquefois que les boîtes à graisse des roues de derrière chauffent plus facilement que les autres; mais on peut remédier facilement à cet inconvénient en les isolant davantage de la boîte à feu, et en les préservant de l'action de la chaleur rayonnante.

J'ai indiqué dans un chapitre précédent quelle était l'influence du parallélisme des essieux; il engendre dans les courbes des glissements qui n'exercent pas, sur la marche de la machine et sur la conservation de ses différentes parties, une action très-nuisible, jusqu'à une certaine limite pour le rayon des courbes, limite que j'ai été conduit à fixer à 500 mètres. Au delà, cette double influence exerce une action d'autant plus grande que le rayon de la courbe est plus petit, et elle est évidemment elle-même en raison de l'écartement des essieux. Pour éviter cet inconvénient fort grave sur leurs chemins, qui présentent généralement des courbes de très-

Machines
américaines.

petit rayon, les constructeurs des États-Unis ont imaginé de remplacer le système d'essieux maintenus parallèles par les plaques de garde, par deux systèmes d'essieux indépendants l'un de l'autre; pour obtenir cette indépendance, ils ont été conduits en outre à placer les cylindres à l'extérieur, appliqués contre la boîte à fumée dans une position inclinée sur l'horizontale; par suite, ils ont pu augmenter la course du piston, en même temps qu'ils diminuaient le diamètre des roues motrices. C'est ainsi qu'ils sont arrivés à construire des machines légères, parfaitement appropriées aux rails, généralement très-faibles, de leurs chemins, et capables de remorquer des charges considérables. C'est certainement à cette grande puissance de traction, sous un faible poids, résultat qu'il est du reste possible d'obtenir avec toutes les machines à cylindres extérieurs, qu'il faut attribuer le succès que les machines américaines ont obtenu en Allemagne, sur plusieurs chemins où elles n'avaient aucune utilité pour le passage des courbes toutes de grand rayon.

Description. Les machines locomotives américaines sont à six roues; l'essieu des roues motrices est placé en avant de la boîte à feu. Les quatre autres roues, destinées seulement à supporter une partie du poids de la machine, sont attachées à un châssis spécial ou avant-train, qui porte la partie antérieure du châssis principal, et n'est lié avec lui, que par une che-

ville ouvrière. L'avant-train peut donc obéir à l'action des rails sur les bandages, et les essieux des quatre roues qu'il porte, peuvent prendre une position oblique par rapport à celle de l'essieu moteur. Les roues antérieures étant d'un très-petit diamètre ($0^m,76$) et leurs essieux étant très-rapprochés, la résistance due à leur parallélisme, devient par suite insensible. Cette faculté de convergence des essieux ne suffit pas pour que ces machines passent sans résistance dans les courbes, il faut encore leur donner une conicité appropriée au rayon de courbure, écarter les rails des mentonnets, et surélever le rail extérieur pour neutraliser l'effet de la force centrifuge. La conicité des roues des machines employées en Amérique sur les chemins à courbes de petit rayon, est ordinairement égale à $1/7$; en adoptant cette conicité, et portant à 5 centimètres le jeu total qui existe entre les mentonnets et les rails, on reconnaît que l'on peut faire circuler ces machines dans des courbes de 245 mètres de rayon, en supposant toujours un exhaussement suffisant du rail extérieur, pour combattre l'action de la force centrifuge. Ce rayon minimum est limité par la conicité et le jeu de la voie, et en outre par le diamètre des roues motrices, qui est ordinairement égal à $1^m,22$; les roues de l'avant-train, dont le diamètre est égal à $0^m,76$, passeraient pour leur propre compte dans des courbes de 152^m de rayon, sans autre résistance que celle qui serait due au parallélisme des essieux.

Dans la pratique, on ne s'en tient pas à cette limite en Amérique; comme ces machines ne sont pas construites pour marcher à grande vitesse, on ne craint pas de les faire circuler dans des courbes de 90 mètres et même de 60 mètres de rayon.

**Modifications
au système
américain.**

Dans la plupart des cas où les machines américaines ont été employées en Allemagne, le rayon des courbes ne nécessitait nullement l'adoption de ce système; aussi plusieurs constructeurs, après avoir établi sans modifications, des machines semblables à celles qui avaient été importées d'Amérique, sont arrivés graduellement, tout en conservant les mêmes dispositions pour la chaudière, les cylindres et le mécanisme, à remplacer le châssis articulé et les essieux indépendants par un châssis rigide et par trois essieux parallèles.

**Oscillations
de
l'avant-train.**

Pour empêcher l'avant-train mobile de prendre un mouvement oscillatoire entre les rails, on place la cheville ouvrière à 10 ou 15 centimètres en avant du centre de figure du rectangle formé par les deux essieux; cet avant-train se trouve alors tiré par un point de sa moitié antérieure, et se trouve dans les mêmes conditions qu'un wagon à quatre roues, attelé et tiré par la partie antérieure de son châssis. Il en résulte que les machines américaines ne sont pas aussi bien appropriées que les machines ordinaires à la marche en arrière; dans ce cas, il serait dan-

gereux de les lancer avec toute la vitesse que comporte la marche en avant. Malgré la précaution qui vient d'être indiquée, lorsque la vitesse devient un peu considérable, les roues de l'avant-train prennent un mouvement d'oscillation latérale très-marqué; cette circonstance, jointe à la petite dimension des roues de devant, limite la vitesse de ces machines; il ne serait pas prudent de dépasser 40 à 50 kilomètres à l'heure; au delà on s'exposerait à des chances de déraillement.

Les machines américaines peuvent être employées avec succès sur des chemins tracés avec des courbes d'un rayon inférieur à 300 mètres; le choix qu'on en a fait en Autriche, en Bavière et dans le Wurtemberg pour les tracés en pays de montagnes est très-judicieux; mais toutes les fois que le rayon des courbes est de 1000 à 800 mètres et atteint même par exception le minimum de 500 mètres, rien ne justifie leur adoption, au moins pour le service des voyageurs.

Tracés
en pays
montagneux.

Lorsque les machines sont destinées à effectuer des transports de marchandises, et que deux paires de roues de chaque côté sont accouplées, il peut y avoir quelque avantage, pour diminuer la fatigue des bielles d'accouplement, des coussinets et des essieux dans des courbes d'un rayon inférieur à 1000 mètres jusqu'à la limite de 500 mètres, à faire usage

Application
au transport
des marchan-
dises.

du châssis américain ; cet avantage sera marqué , surtout si l'on en profite pour donner à la chaudière une grande longueur et augmenter la surface de chauffe ; mais , je le répète , pour les trains de voyageurs , les machines américaines ne présentent dans ce cas aucun motif de préférence , comme disposition de véhicule. Le système américain pourra trouver son application en France pour quelques chemins tracés en pays de montagnes , où les difficultés naturelles à un sol accidenté ne pourront être surmontées que par l'adoption simultanée de courbes de très-petits rayons et de pentes d'une très-forte inclinaison. Sur les chemins actuellement en exploitation ou en construction , ceux de la Loire exceptés , son usage ne pourrait avoir d'utilité que pour les transports de marchandises.

**Machines
à roues
accouplées.**

La puissance de traction des machines locomotives ne se trouve pas seulement limitée par le diamètre des cylindres , la course des pistons et la capacité de vaporisation de la chaudière ; au delà de certaines limites , l'adhérence d'une seule paire de roues motrices devient insuffisante , et elle cesse de surpasser ou même d'équilibrer la résistance totale du convoi.

**Accouplement
de quatre
roues.**

On a reculé cette limite , en réunissant deux à deux les roues de deux paires d'essieux par des bielles d'accouplement ; cette disposition , imaginée

d'abord pour les transports de marchandises, est souvent appliquée, en Allemagne, au transport des voyageurs. Sur le chemin saxon-bavarois, il n'existe qu'une seule espèce de machines à quatre roues accouplées, servant indistinctement au transport des voyageurs et des marchandises. La circulation n'étant pas encore très-active sur ce chemin, on complète la charge des trains de voyageurs par l'addition de wagons de marchandises. Les pentes ont, sur une grande partie de la ligne actuellement en exploitation, une inclinaison de 5^{mm} par mètre, et, au delà de Krimmitschau, elles seront encore plus fortes. Sur les chemins de fer de l'État, en Autriche, en Bavière et dans le Wurtemberg, les trains de voyageurs seront remorqués, sur les sections à fortes pentes, par des machines américaines à quatre roues accouplées. Ces machines ne comportent pas une aussi grande vitesse que les machines ordinaires, soit à cause des bielles d'accouplement, dont la solidité pourrait être compromise par une circulation rapide dans les courbes, soit à cause du petit diamètre des roues motrices; mais cette vitesse, dont on peut fixer la limite vers 40 kilomètres à l'heure, est suffisante pour le service des voyageurs sur les chemins allemands. Sur le chemin de fer saxon-bavarois, la vitesse en marche, est en moyenne de 38 à 40 kilomètres à l'heure.

On a cherché encore à augmenter la puissance de

Accouplement
de six roues

traction en réunissant les six roues par des bielles de connexion. Les deux machines du chemin de fer de Harzburg, construites par Stephenson, étaient les seules de ce genre, en Allemagne, à la fin de l'année 1844; elles figurent parmi les premières qui sont sorties des ateliers des constructeurs anglais; elles servent au remorquage des trains mixtes, composés de voitures de voyageurs et de wagons de marchandises vides; elles effectuent en 20 minutes le trajet de Wienneburg à Harzburg, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 22 à 23 kilomètres à l'heure. Ces machines passent pour être d'un entretien dispendieux, surtout pour les bandages qu'on s'assujettit à mettre fréquemment sur le tour. On fera disparaître en grande partie cet inconvénient en employant des bandages aciérés, dont l'usage, devenu général en Belgique, a déjà été introduit en Allemagne par les machines construites à Seraing pour le gouvernement autrichien.

Les constructeurs américains qui fournissent des machines à l'Allemagne, et particulièrement Norris de Philadelphie, qui vient d'établir à Vienne des ateliers de construction, annoncent dans leurs prospectus des machines à six roues accouplées d'une puissance de traction considérable; il paraît qu'ils sont parvenus à donner aux essieux une certaine mobilité, qui fait disparaître en partie les inconvénients du parallélisme. Les machines à six roues

accouplées deviennent d'un usage de plus en plus fréquent, en Angleterre et en Amérique, pour le transport des marchandises. Ce fait devra fixer l'attention des ingénieurs chargés de faire construire le matériel de nos nouveaux chemins de fer; c'est là une des innovations qui contribueront le plus à servir les voies de fer dans leur lutte contre les voies navigables. Lorsqu'on se servira de machines pouvant, avec un seul mécanicien, un seul chauffeur et deux ou trois conducteurs gardes-freins, remorquer sur niveau 800 tonnes brutes, ou sur des rampes de 5^m par mètre 400 tonnes brutes, correspondant à un chargement effectif de 250 tonnes, on aura réalisé un progrès considérable pour le trafic des marchandises.

Il y a un tel avantage à utiliser tout le poids de la machine, pour le transport des marchandises, qu'on a cherché, dans les locomotives américaines, à accoupler les huit roues. Baldwin et Witney de Philadelphie, dans un prospectus répandu en Allemagne, proposent de construire des machines à huit roues accouplées, dont le poids total serait, au choix, de 16, 20 ou 24 tonnes. J'ignore si des machines de ce genre ont été construites aux États-Unis; il est peu probable qu'elles réussissent d'une manière satisfaisante. Les quatre roues de derrière sont accouplées comme à l'ordinaire, et mises directement en mouvement par la bielle du piston;

Accouplement
de huit
roues.

une bielle de transmission de mouvement, appliquée sur la tête de la bielle d'accouplement, fait tourner, par l'intermédiaire d'une manivelle, un axe placé sous l'avant de la chaudière; cet axe porte en son milieu une roue dentée, qui agit sur un pignon fixé sur l'un des essieux de l'avant-train et lui communique le mouvement des roues motrices; enfin, les quatre roues de l'avant-train sont accouplées entre elles; les diamètres des roues dentées sont dans le rapport des diamètres des deux systèmes de roues, et les dents ont leurs surfaces de contact légèrement bombées, afin de faciliter les mouvements de rotation de l'avant-train. Ce mécanisme est combiné pour conserver au châssis la propriété de convergence des essieux; mais il paraît peu susceptible de résister à un service prolongé. Les machines de 24 tonnes doivent remorquer, d'après le prospectus, 1,120 tonnes brutes sur niveau, non compris le poids de la machine.

Accouplement
des quatre
roues
antérieures.

Dans les machines à quatre roues accouplées du chemin de fer rhénan, construites en 1841, soit par Stephenson, soit, en Belgique, d'après ses modèles, ce sont les quatre roues de devant qui sont accouplées. Quoiqu'on ait généralement abandonné cette disposition, pour réunir les roues de derrière, il y aurait peut-être avantage à y revenir, afin de pouvoir diminuer l'inconvénient du parallélisme des essieux dans les courbes, en donnant aux roues de

derrière tout le jeu nécessaire pour la convergence; il paraît en outre plus rationnel d'appliquer l'effort moteur à l'avant de la machine plutôt qu'à l'arrière. Il faut remarquer toutefois que, dans les machines à cylindres extérieurs, on trouve plus facilement la place des cylindres, en donnant aux roues antérieures un petit diamètre.

Dans les machines à marchandises de ce chemin de fer, on laisse un jeu d'environ 2 à 3^{mm} entre les coussinets des bielles de connexion et le bouton de la manivelle; on ménage ce jeu pour soulager les bielles au passage des courbes, et faciliter une légère convergence des essieux dans le cas où le châssis ne serait pas assez rigide pour maintenir leur parallélisme. Cette pratique peut avoir quelque utilité dans les courbes; mais, en ligne droite, elle est plutôt nuisible qu'utile, et, dans tous les cas, elle doit déterminer une prompte usure des coussinets. Il vaudrait sans doute mieux, pour obtenir le même résultat, recourir à une disposition que l'on remarque sur une machine à marchandises de Sharp et Roberts, en service sur le chemin de Breslau à Freiburg. L'une des têtes de la bielle d'accouplement porte un ressort, à feuilles très-rigides, qui presse le coussinet extérieur sur le bouton de la manivelle, par l'intermédiaire d'une tige traversant la tête de bielle; cette tige porte un arrêt qui limite le jeu du coussinet en cas de rupture du ressort.

Jeu des
bielles de
connexion.

Dans les courbes de changement de voie, ce ressort obéit au mouvement de l'essieu, qui tend à converger en faisant fléchir le châssis, et, par suite, les bielles d'accouplement sont soulagées d'une partie de l'effort qu'elles ont à supporter, sans que les coussinets conservent en permanence un jeu nuisible à leur durée.

Ressorts de suspension.

Les ressorts de suspension des machines locomotives présentent plusieurs particularités que je signalerai ici. Dans les machines à cylindres extérieurs de Sharp frères, sur le chemin de fer de Hanovre à Brunswick, dont les chaudières ont un assez grand diamètre, les ressorts des roues motrices, qui ne pouvaient pas être placés au-dessus du longeron intérieur, à cause du voisinage de la chaudière, ont été partagés en deux parties, situées de part et d'autre de ce longeron; celui-ci repose sur un étrier dont les deux branches sont suspendues aux extrémités correspondantes des deux ressorts partiels. Les ressorts des roues de derrière, dont l'essieu est en arrière de la boîte à feu, et qui n'auraient pas trouvé place le long de ses parois, s'ils avaient eu la forme ordinaire, ont reçu la forme hélicoïdale; ils sont en saillie au-dessus de la plate-forme du tender et sont recouverts d'une enveloppe métallique.

Balancier.

Les machines américaines à huit roues, dont

quatre accouplées, qui ont été construites pour le gouvernement autrichien, sur le modèle des machines les plus récentes des États-Unis, n'ont que quatre ressorts pour les huit roues. Deux ressorts ordinaires renversés, dont les extrémités s'appuient sur les boîtes à graisse et dont le sommet supporte le poids du châssis, forment la suspension sur les quatre roues de l'avant-train. Pour les deux roues motrices d'un même côté, un seul ressort à *balancier* suffit pour la transmission de la charge; ce ressort est placé sous le longeron intérieur entre les deux plaques de garde; il est suspendu par une bride qui l'embrasse à son sommet, et par un étrier, au centre d'un balancier, situé au-dessus du longeron, et reposant par ses deux extrémités, au moyen de fourchettes en fer, sur les deux boîtes à graisse. L'usage de ce ressort unique simplifie la construction, en résolvant la difficulté que présente dans la machine à cylindres extérieurs, l'application des ressorts des roues contre la boîte à feu; on lui attribue en outre, une grande utilité pour maintenir la répartition uniforme de la charge sur les quatre roues motrices, sur les voies les plus mal entretenues.

Dans les machines à cylindres extérieurs de Sharp frères et dans celles que fabrique Borsig à Berlin, on a cherché à compenser l'effet de la dilatation de la chaudière sur le châssis, en allongeant, dans le sens

Châssis à
compensation.

horizontal, les trous donnant passage aux boulons qui attachent la boîte à feu aux longerons; on a ménagé ainsi un jeu de 4 à 5^{mm}, pour permettre à la chaudière de se déplacer dans le châssis, sans exercer sur les longerons des efforts de traction qui occasionnent souvent des fuites ou la rupture des boulons.

Boîtes à sable. On trouve sur presque toutes les machines locomotives employées en Allemagne, des boîtes à sable placées sur le châssis, et quelquefois en dessous, servant à projeter du sable sur les rails, lorsqu'ils sont gras ou humides, couverts de neige ou de verglas. Ces appareils, qui ne réussissent qu'à la condition d'être établis avec soin et remplis de sable bien sec, fonctionnent très-bien. Pour éviter l'engorgement du tuyau qui conduit les grains de sable sous les roues motrices, très-près de leur point de contact sur les rails, on met en communication le tuyau avec la boîte, en perçant dans le fond de celle-ci, un trou d'un centimètre de diamètre; ce trou, qui est pratiqué dans une feuille de tôle mince posée à plat, et qui débouche dans un tuyau d'un diamètre beaucoup plus grand, ne s'engorge pas quand le sable est sec; il est fermé par un petit papillon en tôle, de forme excentrique, monté sur une tige verticale qui traverse le couvercle de la boîte et que le mécanicien fait tourner avec une tringle, pour régler par la dimension de l'ouverture l'écou-

lement du sable. On place une boîte à sable sur chaque côté de la machine.

§ 2. *De la locomotive considérée comme appareil de vaporisation.*

Le bois est fréquemment employé comme combustible sur les chemins de fer d'Allemagne, en Bavière, en Autriche, à Berlin; on consomme du coke en Silésie, dans le Hannovre, en Saxe, sur le littoral de la mer Baltique, dans le voisinage des mines de houille, ou bien à portée des côtes où l'on peut recevoir la houille anglaise à un prix modéré. Le prix du bois augmente, et les chemins de fer, en se développant, ouvrent de nouveaux débouchés au combustible minéral, dont les gisements sont mieux étudiés; de telle sorte, que dans un petit nombre d'années, l'usage du bois deviendra une exception. On brûle des essences de bois résineux, les plus répandues; quelquefois on y mêle des bois durs. Le bois dégrade les chaudières beaucoup moins que le coke, surtout beaucoup moins que le coke de la plupart des mines d'Allemagne, qui renferme une forte proportion de cendres; indépendamment de son bas prix, cette considération contribue à le mettre en faveur. L'usage du bois nécessite ou permet l'application aux chaudières de quelques dispositions particulières que j'aurai l'occasion d'indiquer plus loin.

Boîtes à feu. On observe deux formes distinctes de boîtes à feu. Les boîtes à feu prismatiques et les boîtes à feu cylindriques. Dans quelques machines nouvelles où l'on cherche à augmenter la surface de chauffe, autant que possible, on a souvent évasé la partie supérieure de la boîte à feu, afin de pouvoir augmenter le diamètre de la partie cylindrique de la chaudière et le nombre des tubes; cet élargissement était surtout nécessaire pour les machines à cylindres extérieurs, dans lesquelles l'interposition du longeron intérieur entre les roues et la boîte à feu vient réduire l'espace réservé à celle-ci. La forme cylindrique a été empruntée par les Allemands aux constructeurs américains; elle a l'avantage d'être appropriée mieux qu'aucune autre à la résistance à la pression, elle exige moins d'entretoises que les boîtes à feu carrées; quelques constructeurs même ont supprimé ces liens en employant de la tôle de fer au lieu de cuivre, pour la construction du foyer; mais cette forme se prête moins facilement au raccordement des tubes avec la plaque qui reçoit leur extrémité, à la pose des armatures qui consolident la paroi supérieure et plane du foyer; elle s'attache mal au châssis; enfin, à largeur égale entre les roues ou les longerons intérieurs, elle présente moins de capacité et moins de surface de chauffe que la forme carrée. Les constructeurs allemands n'emploient que le cuivre pour la construction de la partie intérieure de la boîte à feu. Lors-

qu'on adopte la forme cylindrique, l'enveloppe extérieure présente à sa partie supérieure la forme d'une demi-sphère, surmontée d'un petit dôme de prise de vapeur.

Les entretoises qui relient les parois intérieures de la boîte à feu avec son enveloppe extérieure sont ordinairement en cuivre; elles sont à la fois taraudées et rivées, afin d'empêcher le rapprochement et l'écartement. Quelques constructeurs ont employé des entretoises en fer, qui ont l'avantage d'une ténacité beaucoup plus grande que celle du cuivre, mais qui peuvent s'affaiblir par suite de l'oxydation, accélérée par le contact de deux métaux de nature différente. On a imaginé sur le chemin de fer du Nord, en Autriche, d'envelopper l'entretoise en fer d'un tube de cuivre de 3^{mm} d'épaisseur, que l'on coupe au ras des parois intérieure et extérieure de la boîte à feu; on rive à froid l'entretoise en fer, qui se trouve ainsi complètement préservée du contact de l'eau; enfin, pour prévenir le rapprochement des parois, on enveloppe cette double entretoise d'un manchon ou anneau en fer, dont la longueur est exactement égale à la largeur de l'espace libre laissé à l'eau tout autour du foyer. Ce système d'entretoises a été appliqué aux machines locomotives du gouvernement autrichien, en vertu d'une clause spéciale du cahier de charges. Il a l'avantage d'une grande solidité jointe, espère-t-on, à une inalté-

Entretoises.

rabilité que tout annonce devoir être plus complète que pour les entretoises en fer; par contre, il a l'inconvénient de présenter une grande surface aux incrustations, et d'augmenter les difficultés de nettoyage.

**Chaudières
elliptiques.**

Dans plusieurs machines de Stephenson, et notamment dans les machines à six roues accouplées du chemin de Harzburg, la partie cylindrique de la chaudière est sensiblement elliptique, ce qui a permis d'augmenter le nombre des tubes et la capacité totale, sans augmenter la longueur. Six entretoises transversales la consolident dans le sens du petit axe de l'ellipse qui forme la base du cylindre.

Tubes.

Les tubes sont généralement en laiton; sur quelques chemins on a essayé, par raison d'économie, de leur substituer des tubes en fer; mais ceux-ci ne paraissent pas avoir pris faveur. Leur peu de durée par suite de l'oxydation, la difficulté de la pose, la facilité avec laquelle ils donnent des fuites par les viroles, etc., compensent l'économie des frais de première construction; la dilatation se rapproche plus, pour le fer que pour le laiton, de celle du corps entier de la chaudière, mais cet avantage n'a que peu d'importance dans les machines d'une aussi grande longueur que celles que l'on construit maintenant. L'usage du bois comme combustible est éminemment favorable à la conservation des tubes; sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand, on

est même arrivé à supprimer complètement les viroles. Aux tubes de laiton ordinaires, du côté du foyer, on soude un bout de tube en cuivre rouge de 0^m,13 à 0^m,14 de longueur et de 3 à 4 millimètres d'épaisseur; on ajuste ce bout en cuivre rouge dans la plaque des tubes, on rabat le rebord avec un mandrin; puis, au moyen d'un appareil particulier, on dilate la partie du tube, qui se trouve à l'intérieur de la chaudière, en forme de bourrelet qui avec le collet extérieur complète l'assemblage. Du côté de la boîte à fumée, on fait entrer les tubes à frottement dur dans la plaque, et on se contente de rabattre les rebords avec un mandrin, ce qui suffit pour étancher les joints. Cet assemblage a l'avantage de conserver aux tubes toute leur section pour le passage de l'air, mais il ne paraît pas susceptible de résister à l'usage du coke, car le cuivre rouge serait promptement coupé par le frottement des escarbilles; il a, en outre, l'inconvénient de rendre difficile le démontage des tubes.

Toutes les machines ont des cendriers fermés sur les côtes. Lorsqu'on brûle du bois, on ferme par un treillis métallique la bouche du cendrier, pour empêcher la projection des étincelles. Dans les machines qui consomment du coke, on dispose souvent un clapet, manœuvré par un levier coudé et une tringle dont la poignée est à la portée du mécanicien, pour intercepter l'introduction de l'air

Cendriers.

pendant le stationnement ou à la descente des pentes. Quelques cendriers ont une petite porte à l'arrière pour faciliter l'introduction de l'air dans la marche rétrograde.

Il existe encore des machines qui ont dans l'intérieur de la cheminée un papillon servant à régler le tirage pendant la marche; mais cette disposition est la plus mauvaise de toutes celles qu'on peut employer dans le même but et ne tardera pas à disparaître.

Les cendriers ont un inconvénient assez grave, qui, cependant, ne peut pas entrer en balance avec leur utilité; car c'est à la chute des morceaux de coke par la grille et à leur projection par les roues qu'on doit attribuer la cause de la plupart des incendies occasionnés par les machines locomotives, même les incendies qui se déclarent quelquefois dans les trains en marche. Ils sont très-incommodes lorsqu'il faut jeter le feu, soit lorsque la machine rentre au dépôt après avoir fait son service, soit en service, lorsqu'un tube crevé, ou tout autre accident, fait baisser le niveau de l'eau dans la chaudière. Sur plusieurs chemins de fer, on a remédié à cet inconvénient en formant le fond du cendrier d'une plaque de tôle mobile, glissant dans des rainures et se tirant comme un registre; le coke et les barreaux tombent librement sur la voie lorsqu'on

jette le feu. Cette plaque porte un rebord qui empêche encore plus sûrement les fragments de coke de tomber entre les rails ; on la fixe au moyen d'une clavette. On retrouve ce rebord, dont la hauteur est de 6 à 7 centimètres, sur plusieurs cendriers dont le fond n'est pas mobile ; il peut alors se rabattre autour d'une charnière. Sur les machines du chemin de fer de l'État, en Bavière, le fond du cendrier est formé par quatre feuilles de tôle, mobiles chacune autour d'un axe et reliées entre elles comme des lames de persienne mobiles ; une tige verticale, traversant la plate-forme de la machine et dont la poignée est à la portée du mécanicien, sert à faire tourner les quatre lames et à les amener dans une position verticale, lorsqu'il faut jeter le feu ou nettoyer le cendrier, qui est garni d'un rebord sur le devant.

Les machines commandées par le gouvernement autrichien et le gouvernement bavarois ont, sur l'un des côtés de la boîte à fumée, un registre servant à diminuer le tirage ; cette disposition a été importée d'Alsace, par les machines de MM. Meyer et comp. de Mulhouse. Presque toutes les machines portent des tuyaux d'échappement variables ; mais c'est seulement en traitant de la distribution et de l'emploi de la vapeur dans les cylindres que j'entrerais dans des détails circonstanciés sur cet appareil, dont l'introduction sur les machines locomotives a été

Registre
sur la boîte
à fumée.

l'un des plus importants perfectionnements de ces dernières années.

Appareil de
Klein.

Lorsqu'on a commencé à se servir du bois pour chauffer les chaudières de locomotives, les étincelles sans nombre qui s'échappaient par la cheminée, et qui étaient entraînées à de grandes distances avant de s'éteindre, ont occasionné de nombreux accidents. On m'a montré, en Moravie, un village qui avait été entièrement réduit en cendres par un incendie, allumé par les flammèches d'une locomotive. Les lieux habités ne pouvaient être traversés qu'avec la vitesse acquise. On a cherché d'abord à arrêter ces flammèches par des treillis métalliques à mailles très-serrées et à grandes surfaces, placés généralement, sous des formes diverses, dans des renflements de la cheminée ; mais tous ces appareils, lorsqu'ils étaient efficaces, détruisaient le tirage. Ces difficultés, fort sérieuses pour l'emploi du bois, n'ont été complètement levées que par l'appareil de l'ingénieur autrichien Klein, dont l'application s'est promptement répandue sur tous les chemins de fer de l'Allemagne et des États-Unis, où l'on fait usage du combustible végétal. Cet appareil est fondé sur la séparation ou le départ qui s'opère entre des matières de densité très-différente, lorsqu'elles sont entraînées dans un même courant qui éprouve une inflexion brusque. Il se compose de deux parties principales : la première est une sorte

de turbine, en forme de ventilateur à aubes courbes, fixée d'une manière invariable sur le sommet de la cheminée; des deux surfaces entre lesquelles sont intercalées les aubes, l'une (inférieure) est percée d'un trou de même diamètre que la cheminée, l'autre est de forme conique renversée, et présente son sommet dans l'axe de la cheminée; celle-ci est réduite aux trois quarts environ de sa hauteur ordinaire. Les flammèches, en sortant avec le courant de vapeur, viennent frapper le cône renversé, se réfléchissent horizontalement ou de haut en bas, glissent à la surface des aubes courbes, et s'échappent tangentielllement à leur dernier élément de courbure. La seconde partie consiste dans une chemise formée de deux troncs de cône, réunis par un anneau cylindrique, qui embrasse la cheminée sur les deux tiers ou sur la moitié de sa hauteur et l'appareil à aubes courbes tout entier; le cône inférieur est renversé et de forme allongée, le cône supérieur est très-aplati, et sa base supérieure, ouverte, livre une issue à la vapeur et au gaz de la combustion. Cette chemise présente exactement la forme de la chemise d'un haut-fourneau renversée. Les flammèches, en sortant de la turbine tangentielllement aux aubes, viennent frapper la chemise conique sous un angle très-aigu, glissent sur sa surface, et, lorsque leur mouvement gyrotoire a été ralenti par le frottement, tombent dans l'espace compris entre la cheminée et le sommet inférieur du cône, d'où on les extrait

de temps en temps par une petite porte ménagée à cet effet. Pour retenir les flammèches qui, dans leur mouvement de rotation contre les parois de la chemise, tendraient à s'élever et à rentrer dans la circulation du courant de vapeur et de gaz, on a placé une feuille de tôle, faisant saillie à l'intérieur, au raccordement du cône inférieur et de la partie cylindrique. Le courant gazeux, après avoir subi une double inflexion brusque, s'échappe par l'orifice supérieur, complètement débarrassé de flammèches. Tous les passages ouverts au courant de vapeur et de gaz ont une section beaucoup plus considérable que celle de la cheminée; par suite, le tirage n'éprouve pas de diminution notable. Cet appareil n'a qu'un inconvénient assez faible, c'est d'augmenter le volume de la cheminée et de présenter une surface plus grande à l'action du vent, mais cette surface se trouve tout au plus doublée. La chemise, dans sa plus grande largeur, présente un diamètre triple de celui d'une cheminée ordinaire.

Appareils
divers.

Le départ entre les escarbilles de coke et les gaz qui les entraînent s'opère encore plus facilement que pour le charbon de bois; il suffit, comme l'a fait Sharp sur plusieurs des machines qu'il a fournies en Allemagne, et surtout sur le chemin de fer de Breslau à Freiburg et Schweidnitz, de placer dans la boîte à fumée, au-dessus des tubes, une plaque de

tôle percée de trous, de forme demi-circulaire, d'un diamètre égal à celui de la chaudière, et inclinée à 45° ; cette plaque, indépendamment des trous dont elle est percée, laisse entre elle et les parois de la boîte à fumée un espace libre beaucoup plus grand que la section de la cheminée, par suite elle ne gêne pas sensiblement le passage des gaz; mais toutes les escarbilles, qui sortent des tubes, viennent la frapper, se réfléchissent de haut en bas, et viennent tomber entre les cylindres où elles restent soustraites à l'action du courant qui les entraînait. Sur d'autres chemins, on a placé des grilles ou des paniers en treillis de fil de fer dans la cheminée ou sur son sommet; ces appareils ont le double inconvénient de se détruire rapidement et de gêner le tirage. Lorsque l'on fait usage de grilles pour retenir les fragments de coke, il faut les placer dans la boîte à fumée, immédiatement au-dessus de la dernière rangée de tubes; on peut donner aux ouvertures plus de largeur, parce que les escarbilles se présentant obliquement pour les traverser, sont plus facilement arrêtées; on peut, en outre, leur donner une longueur indéfinie dans le sens perpendiculaire à l'axe de la machine; on peut, enfin, laisser un espace libre sur les côtés, et obtenir une section libre beaucoup plus grande que celle de la cheminée.

Sur le chemin de fer du Nord en Autriche, on a placé un petit tuyau qui communique de la chau-

dière à la boîte à fumée, et qui sert, par un robinet à la portée du mécanicien, à lancer de la vapeur pour éteindre les escarbilles de charbon de bois qui se rassemblent souvent en grande quantité sur les cylindres, et quelquefois restent enflammées.

Ventilateur
pour
l'allumage.

Sur le chemin de fer de Brunswick, on fait usage d'un ventilateur pour allumer rapidement des machines de secours ou de renfort, dont le besoin ne s'était pas fait sentir à l'avance. Au-dessus de l'une des voies de la remise se trouve une cheminée en tôle, dont la partie inférieure est mobile comme un des éléments d'un tuyau de lunette, et vient s'appliquer exactement sur l'orifice des cheminées des machines; dans la partie supérieure se trouve intercalé un ventilateur aspirant, auquel un homme communique un mouvement de rotation rapide, au moyen d'une manivelle placée sur le sol de la remise, de courroies et de poulies de renvoi de diamètres inégaux. Avec ce ventilateur, on peut mettre en vapeur une machine ordinaire chauffée au coke en 30 minutes environ. Sur le chemin de Hannovre, on se sert aussi, pour accélérer l'allumage, d'un ventilateur soufflant, lançant l'air sous la grille par un tuyau terminé par une buse qui s'engage dans la bouche du cendrier.

Pompes
alimentaires.

Les pompes alimentaires, dans les machines nouvelles de Stephenson et de Sharp frères, sont mues

par les excentriques de la marche en arrière; dans une machine à marchandises, construite dans les ateliers du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, les pompes sont placées sous la plate-forme du mécanicien, et mises en mouvement par des excentriques placés sur les roues de derrière, entre le moyeu et la tête de la bielle de connexion. Sur le chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld, on a disposé des pompes à course variable, sur une des machines de Stephenson. Ces pompes sont manœuvrées par les excentriques de la marche en arrière; mais la bielle, au lieu d'agir directement sur le piston de la pompe, agit sur une coulisse mobile autour d'un axe de rotation placé à la partie inférieure; à la partie supérieure, cette coulisse s'élargit et présente la forme d'une bride, dans laquelle joue librement le bouton de la bielle lorsqu'on interrompt l'alimentation; cette bielle est manœuvrée par un système de relevage à la portée du mécanicien. La tige du piston de la pompe est attachée d'une manière invariable à la coulisse; suivant la position qu'occupe dans celle-ci le bouton de la bielle, l'excursion du piston est plus ou moins grande et l'alimentation plus ou moins active. On peut donc alimenter en lançant à volonté une quantité d'eau variable, ou suspendre complètement le jeu des pompes.

Presque toutes les machines portent, sur la plate-forme, une pompe à main pour alimenter pendant

Pompes
à main.

le stationnement ; elle est manœuvrée au moyen d'un levier brisé, dont les deux parties se replient l'une sur l'autre, et qu'on fixe au moyen d'une clavette au moment de s'en servir. Sur le chemin de fer d'Anhalt, on a imaginé de placer sur le côté de la boîte à feu une petite machine à vapeur à simple effet, qui fait marcher une pompe ayant la même destination ; elle emprunte sa vapeur à la chaudière. Ces appareils servent rarement et n'ont qu'une utilité très-contestable ; il est presque toujours possible de réserver une voie, spécialement destinée à conduire les machines du dépôt à la gare et sur laquelle on peut les faire courir pour alimenter ; on peut encore disposer sur une voie des galets pour alimenter au repos. Ces pompes additionnelles seraient tout au plus utiles pour les machines à roues accouplées.

Entonnoir
pour le rem-
plissage.

Les machines américaines, et à leur imitation les machines de plusieurs chemins, sont pourvues d'un entonnoir à robinet qui sert à les remplir d'eau avant l'allumage, lorsqu'elles entrent en service ; on trouve ce moyen plus commode et plus expéditif que celui qui est ordinairement employé.

Raccorde-
ment
du tender.

Le raccordement à entonnoir des machines de MM. Meyer et compagnie de Mulhouse, combiné pour réunir la machine au tender, sans tuyaux en toile et sans pièces de raccord à vis, a obtenu beau-

coup de succès en Allemagne, où il a été exclusivement appliqué sur les machines du gouvernement bavaïois. Il offre l'avantage de se désassembler et de s'assembler seul, lorsque le mécanicien fait avancer la machine, ou lorsqu'on en rapproche le tender après l'avoir tourné sur les plaques; mais il ne réussit qu'à la condition d'une exécution parfaite. Sur le chemin de fer rhénan et saxon-bavaïois, on raccorde la machine avec le tender au moyen d'un tuyau en col de cygne, mobile autour d'une double charnière, et dont l'extrémité pénètre à travers la face supérieure du tender jusqu'au fond de l'eau; ces tubes sont un peu gênants pour monter sur la machine ou en descendre, mais ils évitent les fuites si fréquentes des raccordements ordinaires, et facilitent les manœuvres lorsqu'il faut séparer le tender et la machine pour les tourner séparément sur les plaques.

Sur un grand nombre de chemins où l'eau d'alimentation ne peut pas être puisée en rivière, il se produit dans les chaudières des dépôts considérables de carbonate et de sulfate de chaux, qui n'ont pas seulement l'inconvénient de déterminer une destruction rapide des foyers et des tubes; les dépôts qui se forment sur les surfaces de chauffe, étant très-mauvais conducteurs de la chaleur, déterminent encore une augmentation dans la consommation de combustible. On a essayé en Allemagne, comme

Eau d'alimentation.

partout ailleurs, de nombreux procédés pour prévenir ou, tout au moins, pour enlever ces incrustations ; on paraît accorder la préférence à l'infusion d'écorce de chêne.

Sur le chemin du fer du Taunus, où les eaux d'alimentation sont de très-mauvaise qualité, on emploie depuis deux ans et demi, avec le succès le plus complet, l'extrait d'écorce de chêne. Les machines, à cause de l'abondance des incrustations, ne peuvent rester que 3 ou 4 jours en service sans être nettoyées ; dans la matinée du dernier jour de service, on verse dans le tender 150 à 200 litres de cet extrait, dont j'indiquerai plus loin le mode de préparation. L'eau devient mousseuse dans la chaudière, les incrustations récentes tombent en écailles et se désagrègent, les plus anciennes se gercent et se détachent des parois ; après une ou deux heures de marche, l'eau est devenue boueuse, et alors on purge la chaudière. Le lendemain, on nettoie la chaudière en ouvrant tous les robinets et trous de vidange, on fait sortir les débris d'incrustation avec des tringles à crochet, et on achève de les enlever en y injectant de l'eau avec force dans toutes les directions au moyen d'une pompe foulante à main. Pour préparer l'extrait d'écorce de chêne, on met 15 kilogrammes de tan dans une cuve de 300 litres environ de capacité, pleine d'eau froide ; après l'avoir laissé digérer un jour entier, on porte l'eau à

un degré d'ébullition complet, en y faisant passer un courant de vapeur qu'on emprunte à la machine fixe des ateliers; on laisse refroidir et digérer la dissolution pendant un jour, ensuite on la filtre à travers une grosse toile, et on la met en tonneau jusqu'au moment de l'employer.

Tout le monde admet que la vapeur entraîne mécaniquement une grande quantité d'eau, qui nuit à l'effet utile des machines, en déterminant des résistances dans les conduits et les orifices d'admission et d'échappement, et en augmentant en pure perte la consommation de combustible. Ce fait a été démontré par des expériences directes (1), qui ont fait voir, en outre, que la proportion d'eau entraînée variait considérablement d'une machine à l'autre. L'activité de la vaporisation, la faible capacité du réservoir de vapeur, l'agitation résultant du mouvement, sont autant de causes qui déterminent l'entraînement de l'eau liquide; la proportion peut varier avec la position et la dimension du dôme, mais elle dépend surtout de la forme et de la dimension de l'orifice du tuyau de prise de vapeur. Ce fait me paraît démontré par les expériences auxquelles j'ai pris part dans diverses circonstances, et qui m'ont donné des résultats très-saillants. Ces expériences ont été faites sur deux machines de dimensions à

Eau
entraînée par
la vapeur.

(1) *Recherches expérimentales sur les machines locomotives.*

peu près semblables, *la Gironde* du chemin de fer de Versailles (rive droite) et *la Mulhouse* du chemin de fer d'Orléans; elles présentent seulement une différence complète pour la forme et les dimensions de la prise de vapeur. Dans la première, le dôme n'a que 0^m,224 de diamètre intérieur, dimension que l'on serait tenté, au premier abord, de regarder comme beaucoup trop petite; le régulateur est formé par un tiroir horizontal placé sur le sommet du tuyau de prise de vapeur, glissant sur deux lumières dont la section totale est de 91 centimètres carrés, mais que le mécanicien ne découvre jamais au delà de 50 centimètres, parce que l'expérience a appris qu'au delà de cette limite, la vitesse de la machine ou l'effort de traction cessait de s'accroître. Dans la seconde machine le dôme a 0^m,487 de diamètre intérieur, le tuyau de prise de vapeur a pour orifice un entonnoir de 0^m,265 de diamètre, et le régulateur est formé par un tiroir placé dans la boîte à fumée. Dans la première de ces machines, la vapeur entraîne au maximum 20 p. 0/0 d'eau; dans la seconde moyennement 50 p. 0/0. Le dôme de *la Gironde* est beaucoup moins élevé que celui de *la Mulhouse*, il est un peu plus rapproché de la cheminée. Dans cette dernière machine, toutes les gouttelettes entraînées par le courant de vapeur ou projetées par le bouillonnement tumultueux de l'eau, qui retombent dans l'entonnoir, dont la surface est de 551 centimètres carrés, sont nécessairement

acquises aux cylindres, tandis que dans la seconde machine, il n'y a que les gouttes d'eau qui tombent directement dans l'ouverture des lumières ou sur les surfaces voisines qui puissent y parvenir.

Quelques constructeurs ont combattu cette influence de la forme et des dimensions de la prise de vapeur, peut-être sans se rendre bien nettement compte de ses principales causes. Le cahier de charges pour la fourniture des machines du gouvernement autrichien, prescrit de donner au régulateur la forme d'un tiroir placé sur l'orifice du tuyau de prise de vapeur. Les machines de Sharp ont maintenant un régulateur semblable à celui de *la Gironde*, au-dessus duquel on a placé dans les ateliers du chemin de fer de Hannovre, une espèce de couvercle ou de toit en tôle destiné à détourner les gouttelettes d'eau qui seraient retombées dans les lumières; d'autres constructeurs ont essayé de terminer le tuyau de prise de vapeur par une pomme d'arrosoir. MM. Meyer et comp. ont placé sur l'entonnoir qui forme leur prise de vapeur, un chapeau qui écarte une partie des gouttes d'eau; leurs machines priment beaucoup moins que celles qui ont été construites exactement sur le même modèle par M. Kessler, mais sans cette précaution. Toutes ces dispositions sont utiles, mais elles sont insuffisantes. Il faut employer un artifice, fondé sur le même principe que l'appareil de Klein, pour pro-

Moyens
préservatifs.

duire un départ net entre l'eau et la vapeur. C'est à cette idée que j'avais été conduit par les expériences que je viens d'indiquer, lorsque j'ai eu connaissance des appareils de vaporisation de M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Frimot, qui tous présentent un système de prise de vapeur de ce genre. Un de ses brevets, en date du 2 février 1839, indique la disposition suivante pour les locomotives. Le dôme est fermé à sa base, par une cloison en tôle qui le sépare de la chaudière; il est mis en communication avec celle-ci par un tube vertical recourbé en col de cygne, qui donne accès au mélange de vapeur et d'eau, et par deux tubes latéraux qui ramènent l'eau à la partie inférieure de l'enveloppe du foyer; le tuyau de prise de vapeur est placé comme à l'ordinaire dans l'axe du dôme, son orifice près du sommet; il traverse la cloison et s'allonge dans la partie cylindrique de la chaudière pour ressortir dans la boîte à fumée. Le col de cygne se recourbe verticalement, et lorsque l'eau et la vapeur, formant un courant animé d'une grande vitesse, sortent par l'orifice, il s'opère un départ entre elles; l'eau continue son mouvement de haut en bas, en vertu de la vitesse acquise, se rassemble sur le fond du réservoir formé par le dôme et la cloison, et retourne à la chaudière, tandis que la vapeur s'infléchit de bas en haut pour prendre son écoulement vers les cylindres.

Le diamètre du tuyau en col de cygne ne doit pas

être trop grand, afin que la vitesse qui produit le départ de l'eau et de la vapeur soit suffisante; d'un autre côté, s'il était trop petit, il faudrait pour faire passer le mélange une différence de pression qui ferait perdre à la machine une partie de sa puissance, et, par suite, l'eau de la chaudière tendrait à remonter dans le dôme par les tuyaux de retour. M. Frimot, dans son brevet, utilise cette disposition pour produire autour de la boîte à feu une circulation d'eau et de vapeur qui est de nature à augmenter la capacité de vaporisation de la chaudière. En s'arrêtant seulement au premier effet, on aurait certainement l'avantage de réduire la proportion d'eau entraînée dans les circonstances ordinaires; on arriverait aussi à empêcher les machines de primer lorsque l'eau est grasse ou trop boueuse, et, dans tous les cas, il serait possible de rendre plus simple et plus sûre l'alimentation, en maintenant le niveau de l'eau dans la chaudière plus élevé qu'on ne le fait ordinairement.

Les machines construites pour les chemins de l'État, en Bavière et en Autriche, sont pourvues de manomètres métalliques formés d'un cylindre dans lequel se meut un piston pressé par un ressort à boudin. Ce manomètre est ordinairement au repos et ne fonctionne que lorsque le mécanicien tourne le robinet d'introduction de la vapeur, pour connaître la pression. Manomètres.

Soupapes. Les soupapes ne diffèrent pas de celles qu'on emploie sur toutes les locomotives, elles sont toujours au nombre de deux.

Épreuve des chaudières. Dans le duché de Bade, en Bavière et en Autriche, on a adopté et prescrit par des règlements l'épreuve des chaudières au moyen de la presse hydraulique; on a imité le système d'épreuve prescrit en France par les règlements d'administration publique. En Autriche, la pression d'épreuve a été réduite du triple au double de la pression effective. En Bavière, elle est fixée à deux fois la pression absolue, et dans le duché de Bade à une fois et demie la pression effective; dans ce dernier pays, l'épreuve doit être renouvelée toutes les fois que la chaudière est soumise à une réparation importante. Les machines les plus récentes sont généralement construites pour fonctionner à 6 atmosph. absolues.

§ 3. *De la locomotive considérée comme appareil moteur.*

Cylindres extérieurs. L'Allemagne est en Europe le pays où l'usage des machines à cylindres extérieurs s'est le plus rapidement propagé; il n'y a plus maintenant dans ce pays un seul constructeur qui les place à l'intérieur du châssis et de la boîte à fumée. Les avantages de ce système sont très-nombreux et très-importants.

Avantages. 1° L'essieu coudé, d'une construction coûteuse et exposé à de fréquentes ruptures, est supprimé. 2° La

course des pistons, et par suite la puissance de traction, peut être considérablement augmentée. 3° Une partie du mécanisme, placée à l'extérieur, peut être facilement surveillée et visitée par le mécanicien; les pompes, lorsqu'elles sont menées par le piston, peuvent être visitées pendant la marche; les autres parties du mécanisme placées sous la chaudière sont d'une surveillance et d'un entretien faciles. Le graissage de toutes les pièces ne présente aucune difficulté. 4° Les tiroirs et les pistons peuvent être graissés avec facilité pendant la marche; on peut employer l'huile pour les graisser, sans qu'elle soit carbonisée par la chaleur des gaz de la combustion. 5° Le centre de gravité de la chaudière peut être abaissé.

L'avantage de maintenir les cylindres dans une atmosphère d'une température élevée, paraît être le seul que présentent les machines à cylindres intérieurs; cet avantage, si ce n'est pas plutôt un inconvénient, paraît bien faible; Stephenson, dans ses constructions récentes, isole entièrement les cylindres de la boîte à fumée. On a reproché aux machines à cylindres extérieurs d'avoir une disposition marquée en mouvement de lacet, je ne l'ai pas remarqué sur celles que j'ai vues en Allemagne, si ce n'est sur les machines américaines; mais, dans ce cas, c'est à l'avant-train mobile qu'il faut l'attribuer; on pourrait détruire cette tendance, si elle existait à un degré nuisible, en éta-

blissant, par un ressort fortement tendu, la jonction de la machine et du tender; cette liaison a dans tous les cas l'avantage d'éviter l'usure des boulons d'attelage et d'uniformiser l'effet de traction.

**Inclinaison
des cylindres.**

Les cylindres extérieurs sont horizontaux dans les machines de Stephenson et dans celles qui ont été construites pour les chemins de fer bavarois, par MM. Meyer et compagnie, ou sur leurs modèles par des constructeurs allemands, dans les machines d'Hawthorn et de Forrester; les autres machines ont leurs cylindres placés sur le châssis, et inclinés sur l'horizon; cette inclinaison ne paraît pas avoir d'inconvénient sérieux, elle est seulement moins commode que la position horizontale pour la disposition du mécanisme, et elle empêche de placer les tiroirs verticalement, ce qui est avantageux pour l'arrangement de la distribution et l'application de la détente variable. MM. Meyer et compagnie, chargés au commencement de cette année d'une commande de machines américaines pour le gouvernement autrichien, en ont modifié le modèle en plaçant horizontalement les cylindres. Les machines que ces habiles constructeurs ont fournies pour les chemins de Nürnberg à Bamberg et d'Augsbourg à Donauwörth sont, ainsi que je l'ai déjà dit, à cylindres extérieurs et à châssis extérieur; la bielle agit sur une manivelle adaptée sur le prolongement de la fusée. Cette disposition, qui a l'avantage de

diminuer le frottement des fusées et d'augmenter la sécurité en cas de rupture d'essieux, a l'inconvénient de présenter un mécanisme de distribution plus compliqué que le modèle de Stephenson dans lequel les tiroirs sont verticaux; la machine se trouve élargie dans le sens transversal d'une quantité égale au double de la largeur des boîtes à graisse, c'est-à-dire de 0^m,40, la largeur totale étant de 2^m65 à l'avant; les cylindres, en raison de leur saillie plus considérable, sont plus exposés que dans les machines à châssis intérieur. Ce système ne paraît donc pas préférable à celui de Stephenson; il faut remarquer que son adoption était commandée par la petite dimension longitudinale fixée pour les chaudières, qui ne permettait pas de trouver en avant des roues antérieures, mais seulement à côté d'elles, la place des cylindres.

L'application d'un tuyau à orifice variable pour l'échappement de la vapeur, a fait de rapides progrès depuis que les machines de MM. Meyer et compagnie ont fait connaître le modèle bien connu du chemin de fer d'Alsace, qui permet d'augmenter à volonté la section de l'orifice sans diviser la vapeur en plusieurs jets. Ce système est le plus répandu; on trouve cependant encore sur quelques machines le tuyau d'échappement à pomme de pin, dans lequel on fait varier la section de l'orifice en y introduisant une pièce métallique formée de deux cônes

Tuyau
d'échappe-
ment
variable.

accolés base à base, et qui laisse un espace annulaire de plus en plus petit pour la sortie de la vapeur, le tuyau d'échappement de Stephenson, garni d'une couronne annulaire percée de trous par lesquels on laisse échapper une partie de la vapeur, le tuyau d'échappement belge, portant un embranchement fermé par un clapet que l'on ouvre en totalité ou en partie pour diminuer le tirage. Aucun de ces appareils ne remplit aussi complètement son but que le tuyau d'échappement alsacien; celui-ci a l'avantage de produire toujours un tirage plus ou moins énergique, quelle que soit son ouverture; la vapeur restant réunie en un seul jet, produit encore un effet très-sensible avec une section d'orifice très large, tout en cessant en grande partie d'exercer sa résistance derrière le piston. Cet appareil est devenu indispensable sur toutes les machines locomotives, quelle que soit leur destination; il diminue la résistance derrière le piston, il permet de maintenir constamment la vapeur près de sa limite supérieure de tension, sans qu'il y ait excès de vaporisation et perte par les soupapes, et sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir la porte du foyer, pratique fort nuisible, mais indispensable dans les machines à échappement non variable.

Division du
tuyau
d'échappe-
ment.

J'ai vu plusieurs machines en construction ou récemment mises en service, dans lesquelles le tuyau d'échappement se trouvait divisé jusqu'en

haut par une cloison. D'après des renseignements récents, cette division paraît avoir un avantage décidé pour la production de vapeur ; des machines sur lesquelles MM. Meyer l'avaient appliquée ont constamment donné plus de vapeur que des machines exactement semblables établies par d'autres constructeurs ; l'expérience répétée sur une même machine avec des tuyaux divisés et non divisés a confirmé ce résultat. Le service de traction n'a pas été encore suffisamment organisé sur les chemins de Bade et de Bavière, où ces essais ont été faits, pour qu'on ait pu constater si cette modification exerce une influence sur les consommations. L'établissement d'une cloison, qui isole entièrement les deux cylindres jusqu'à l'orifice de la tuyère, doit rendre l'échappement plus brusque et déterminer plus énergiquement l'entraînement des gaz dans la cheminée, mais il serait possible en même temps qu'il fût nuisible au bon effet de la vapeur dans les détentes très-prolongées, en déterminant des rentrées d'air, qui peut-être n'auraient pas lieu sans cela. Il y a là une question à résoudre qu'on ne pourrait éclaircir que par des expériences comparatives difficiles à faire.

Les ingénieurs et les constructeurs allemands ont également accueilli avec faveur la détente variable ; on trouve appliqués plusieurs systèmes différents ; j'indiquerai le principe sur lequel chacun d'eux est

Détente
variable.

fondé et les avantages qu'il présente. On peut ramener ces divers systèmes de détente à deux classes : *les détentes à un seul tiroir*, *les détentes à deux tiroirs*. Dans la première classe sont comprises celles de Cabry, de Sharp-Roberts et de Stephenson ; dans la seconde classe, celles de Meyer, d'Hawthorn, de Borsig (de Berlin) et d'Angelé.

Cabry. La détente de Cabry est la première qui ait été employée en Allemagne ; elle y a été importée par les machines belges. Son principe est fondé sur la variation de la course du tiroir, à laquelle correspond une fermeture plus ou moins rapide de la lumière d'admission. La fourchette qui reçoit le bouton de la barre d'excentrique, au lieu de présenter la forme d'un simple V, est allongée et forme une coulisse ; lorsque le bouton est placé au fond de cette coulisse, le tiroir a sa course normale, et il n'y a d'autre détente que la détente fixe, qui commence très-près de la fin de la course du piston. En faisant descendre le bouton de la barre d'excentrique dans la coulisse, on diminue l'amplitude de la course du tiroir, la lumière d'admission est fermée plus tôt, et la détente a lieu pendant une portion plus grande de la course du piston ; mais, en même temps, l'avance à l'admission et à l'échappement se trouve diminuée, supprimée ou transformée en retard, suivant l'étendue de la détente. Des expériences comparatives, faites entre ces machines et des ma-

chines à détente fixe, ont fait voir que la détente variable de Cabry ne produisait pas d'économie sensible de combustible. La plupart des mécaniciens n'en font pas usage, quoiqu'ils soient encouragés par des primes à réaliser des économies sur la consommation du coke.

Des machines de Sharp-Roberts, construites en 1843 pour le chemin de fer de Magdebourg à Halberstadt, portent une détente à un seul tiroir, dont la disposition est inverse de celle de Cabry. La petite bielle qui mène la tige du tiroir, au lieu d'être fixée par un boulon au levier supérieur de l'arbre de distribution, se termine par un collier qui s'enfile sur l'extrémité de ce levier, et qui est en outre relié à un appareil de relevage. Suivant la distance à laquelle on fixe ce collier, par rapport à l'arbre de distribution, la course du tiroir a plus ou moins d'amplitude; pour diminuer la course, il faut diminuer la longueur du levier qui mène directement le tiroir; il en résulte, comme dans la détente de Cabry, que l'avance à l'admission se trouve diminuée ou même transformée en retard, suivant l'étendue de la détente; on ne peut produire celle-ci qu'à la condition de dérégler le mouvement du tiroir. On ne paraît pas avoir obtenu d'avantage notable par l'emploi de ce mode d'expansion variable. Les deux systèmes de Cabry et des machines de Sharp ne

Sharp-
Roberts.

différent qu'en apparence ; dans le premier on agit sur le levier de distribution inférieur en augmentant sa longueur, dans le deuxième on agit sur le levier supérieur, mais en diminuant sa longueur.

Stephenson. Le système de détente de Stephenson à un seul tiroir, au moyen d'une coulisse manœuvrée à la fois par les deux excentriques de la marche en avant et de la marche en arrière, est bien connu. On le retrouve en Allemagne sur toutes les machines récemment fabriquées par ce constructeur. Cette détente, qui réunit toutes les conditions de simplicité désirables, est malheureusement incomplète. Lorsqu'on la pousse au delà du tiers, limite dont on peut approcher dans les machines à détente fixe, la distribution se dérègle d'une manière nuisible au bon emploi de la vapeur ; l'avance à l'admission, l'avance à l'échappement deviennent considérables ; l'échappement se ferme et la vapeur se comprime longtemps avant la fin de la course du piston ; les lumières ne sont qu'incomplètement démasquées, et la vapeur doit éprouver une forte diminution de pression pour arriver dans les cylindres. Il est probable qu'au delà de cette limite, l'usage de la détente, pour diminuer l'effort de traction de la machine, n'aurait pas d'avantage sur celui du régulateur. Il est certain, dans tous les cas, qu'on ne peut pas attendre de la détente de Stephenson d'aussi

grands avantages que des détentes à deux tiroirs, pour l'économie de combustible.

La détente de Meyer est également bien connue en France ; je n'ajouterai rien à la description qui se trouve consignée dans le tome VIII des Mémoires des annales des ponts et chaussées. Cette détente a reçu de nombreuses applications en Allemagne, sur les chemins de fer du grand-duché de Bade, en Bavière et en Autriche, où les cahiers de charges ont prescrit son usage. Depuis la construction de la machine *Mulhouse*, MM. Meyer et comp. ont poussé la détente des $4/5^{\text{es}}$ aux $6/7^{\text{es}}$, et récemment, pour des machines américaines commandées par le gouvernement autrichien, aux $9/10^{\text{es}}$ de la course du piston. Dans toutes les machines fabriquées par ces habiles constructeurs, la détente, malgré la complication apparente de son mécanisme, fonctionne très-bien, et sans nécessiter de réparations exceptionnelles. Le grand avantage de ce système est de couper brusquement la vapeur pour les détentes prolongées, et d'éviter l'emploi d'une double boîte de vapeur, ce qui complique la visite des tiroirs et augmente l'espace libre rempli de vapeur, qui se détend avec celle de l'espace engendré par le piston pendant l'admission.

Meyer.

La détente d'Hawthorn se trouve appliquée sur les machines qui ont été fournies par ce construc-

Hawthorn.

teur anglais pour le chemin de fer d'Altona à Kiel. Les deux tiroirs sont compris dans la même boîte à vapeur. Les cylindres sont extérieurs au châssis, et les tiroirs sont placés horizontalement à l'intérieur de la boîte à fumée, ce qui donne au conduit des lumières une forme très-contournée. Le tiroir de distribution présente deux empattements de 3 centimètres de largeur; il est embrassé par le tiroir de détente, qui a la forme d'un cadre armé sur tout son périmètre d'un rebord intérieur; ce rebord glisse sur les rebords latéraux du tiroir de distribution, et vient alternativement de chaque côté s'appuyer sur les empattements, qui couvrent et démasquent successivement les lumières; suivant le degré de détente, ce rebord les recouvre à des époques de la course du piston plus ou moins rapprochées de la fin, et intercepte plus ou moins rapidement l'admission de la vapeur. Le premier tiroir reçoit son mouvement directement des excentriques, sans arbre et leviers de distribution, par l'intermédiaire d'une coulisse, qui présente de l'analogie avec celle de Stephenson, mais qui n'est utilisée que pour produire le changement de marche. Le tiroir de détente, dont la tige passe dans celle du tiroir de distribution, reçoit son mouvement d'un arbre portant un levier du premier genre; le bras inférieur de ce levier est mis en mouvement par une bielle attachée sur le collier de l'excentrique de la marche en arrière; le bras supérieur porte une coulisse, dans

laquelle s'engage un bouton fixé à l'extrémité de cette bielle. Un système de relevage, à portée du mécanicien, sert à fixer la position de ce bouton dans la coulisse, et par suite l'amplitude de la course du tiroir de distribution et le degré de détente. Les deux rayons d'excentricité faisant entre eux un angle égal au supplément du double de l'avance angulaire, et le mouvement du tiroir de détente lui étant communiqué par un levier du premier genre, les deux tiroirs marchent pendant un certain temps ensemble, puis pendant la durée d'une révolution correspondant au double de l'angle d'avance en sens contraire, et ensuite dans le même sens. Le tiroir de détente, suivant l'amplitude de sa course, vient recouvrir le tiroir de distribution à différents points de la course du piston, et reste en contact avec lui, au moins jusqu'au moment où commence la détente fixe. On pourrait, tout en conservant le même mécanisme et en plaçant verticalement la boîte à vapeur, employer deux tiroirs superposés. Ceux d'Hawtorn doivent s'user inégalement, et le contact doit cesser promptement d'être parfait. Cette détente est très-simple, et mériterait d'être étudiée dans tous ses détails.

La détente qui a été appliquée par le constructeur berlinois Borsig sur un grand nombre de ses machines, et qui a donné des résultats très-satisfaisants, ne diffère pas d'une manière essentielle de

Borsig.

celle d'Hawthorn. Le tiroir de distribution reçoit son mouvement au moyen d'une coulisse manœuvrée par les deux excentriques de la marche en avant et de la marche en arrière, par l'intermédiaire d'un arbre et de deux leviers qui renversent le sens du mouvement ; ce tiroir est percé de deux conduits rectangulaires correspondant aux deux lumières, et porte immédiatement le tiroir de détente formé d'un simple cadre, dont les longs côtés viennent recouvrir alternativement ces deux conduits. Le tiroir de détente est mené par l'excentrique de la marche en arrière, par l'intermédiaire d'un arbre portant deux leviers situés du même côté, et par conséquent transmettant directement le mouvement. L'un de ces leviers est évidé en forme de coulisse terminée par une fourchette et reçoit le bouton de la bielle fixée à l'excentrique de la marche en arrière. Le mouvement relatif des deux tiroirs est le même que dans le système d'Hawthorn. Cette détente fonctionne très-bien, et varie facilement de 0 à $\frac{3}{4}$ de la course du piston.

Angelé.

La détente d'Angelé, inventée en Allemagne par l'ingénieur de ce nom, a été appliquée sur plusieurs machines du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, et sur toutes les machines commandées par le gouvernement autrichien dans les ateliers de Seraing. Son principe est très-ingénieux, et l'expérience démontre jusqu'à présent que le mécanisme fait un service meilleur qu'on ne serait disposé à le croire au

premier abord. L'expansion variable est produite au moyen d'un second tiroir, placé dans une boîte spéciale superposée à la boîte du tiroir de distribution ; ces deux boîtes sont séparées par une cloison percée de trois orifices rectangulaires, et le tiroir de détente consiste en une plaque également percée de trois orifices, qui correspondent exactement aux premiers. On obtient l'expansion à différents degrés de la course, en communiquant le mouvement au tiroir supérieur au moyen d'un excentrique, dont on peut faire varier à la fois l'angle de calage et le rayon d'excentricité. Cet excentrique est percé d'un trou allongé dans lequel passe librement l'essieu ; l'axe de ce trou est distant de $0^m,013$ du centre de l'excentrique, et par suite, quelle que soit la position que l'on donne à celui-ci, le rayon d'excentricité ne peut jamais être inférieur à $0^m,013$. Un manchon enfilé sur l'essieu porte de chaque côté deux cales en acier fondu, dont les inclinaisons sont inverses et les faces supérieures parallèles ; elles sont engagées dans deux fentes de même forme pratiquées dans le corps de l'excentrique, aux deux extrémités du grand axe du trou dont il est percé ; ces cales glissent dans deux rainures tracées sur l'essieu, de telle sorte qu'elles sont nécessairement entraînées, dans son mouvement de rotation, avec le manchon auquel on a vu qu'elles étaient fixées ; elles forment par leur ensemble un parallélogramme, dont deux côtés sont perpendiculaires et deux autres

obliques à l'axe de l'essieu. L'excentrique est maintenu latéralement par deux joues fixées invariablement sur l'essieu, et qui livrent passage aux cales en acier fondu, quelles que soient leur position et leur saillie ; il peut se déplacer entre ces deux joues en obéissant à l'action de ces cales. Le collier d'excentrique ne présente, pour sa forme et son assemblage, rien de particulier. A chaque cylindre correspond un excentrique ainsi disposé. Le manchon qui entraîne les deux systèmes de cales, en les faisant glisser dans les rainures correspondantes, porte une gorge embrassée par un collier ; cette dernière pièce ne participe pas au mouvement de rotation de l'essieu et des roues ; elle se rattache à un système de leviers, que le mécanicien peut manœuvrer de sa plate-forme, et au moyen desquels il fait courir le manchon et les cales sur l'essieu. Lorsque le manchon est exactement au milieu de l'essieu, les cales maintiennent les excentriques dans la position symétrique qui correspond au rayon d'excentricité minimum de $0^m,013$; lorsqu'au contraire le manchon est déplacé, le centre de l'excentrique se trouve également déplacé parallèlement au plan des cales ; par suite, le rayon d'excentricité change d'inclinaison par rapport aux manivelles, et en même temps sa grandeur augmente ; l'avance du tiroir de détente s'accroît en même temps que l'amplitude de sa course. Ces variations de course et de position de la glissière, combinées avec des dimensions conve-

nables pour la largeur des lumières et leur écartement, permettent de faire varier très-régulièrement la détente. Le même excentrique produit la détente pour la marche en avant et la marche en arrière, suivant le sens dans lequel le mécanicien fait courir le manchon et les cales sur l'arbre. Dans les machines construites à Seraing, la détente varie de 0 à $\frac{3}{4}$ de la course du piston. Ce système a l'inconvénient d'introduire, indépendamment des quatre excentriques de distribution, deux excentriques d'une construction délicate, et dont le mécanisme doit se détraquer promptement s'il prend du jeu; il a en outre les inconvénients propres à tous les systèmes qui exigent deux boîtes de tiroirs superposées. Son seul avantage est de servir également pour la marche en avant et la marche en arrière; mais cet avantage a bien peu d'importance et ne vaut pas une complication de mécanisme.

J'indiquerai plus tard, au chapitre de l'exploitation, en traitant de la consommation des machines en général, quelques résultats de l'emploi de la détente variable.

J'ai réuni dans le tableau ci-joint les dimensions principales de quelques-unes des machines employées sur les chemins de fer d'Allemagne et construites d'après différents systèmes.

Dimension
des
machines,

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES MACHINES LOCOMOTIVES.

ÉLÉMENTS des MACHINES.	BADE.		BAVIÈRE.	AUTRICHE.
	STEPHENSON (1)	MEYER. (2)	MEYER. (3)	MEYER. (4)
Diamètre des cylindres.....	0m,355	0m,355	0m,304	0m,329
Course des pistons.....	0,457	0,540	0,508	0,632
Diamètre des roues motrices....	1,676	1,829	1,530	1,264
Id. des roues antérieures..	1,090	1,090	0,920	0,790
Id. de la chaudière.	0,940	1,020	1,020	1,122
Longueur id.	3,680	3,760	2,750	3,792
Nombre des tubes.	150	121	141	115
Diamètre intérieur des tubes....	0m,041	0m,041	0m,041	0m,052
Boîte à feu... {	Longueur.	0,950	1,170	Capa- cité. } 4mc,153
	Largeur.	0,950	0,073	
	Hauteur.	1,320	1,180	
Surface de chauffe du foyer....	5mq,57	5mc,34	5mq,00	5mq,53
Id. des tubes.....	71,06	61,39	43,00	74,85
Id. totale.....	76,63	66,73	48,00	77,38
Poids de la machine vide.....	»	17200 kg	14600 kg	17000 kg

(1) Machine de Stephenson (*new patented*) ; le poids, connu seulement d'après les déclarations faites à la douane, présente de l'incertitude et doit être de 16 à 17 tonnes.

(2) Machines à cylindres intérieurs et à détente variable.

(3) Machine à cylindres extérieurs et à châssis extérieur.

(4) Machine américaine à 6 roues pour le service des voyageurs.

Machines très-
puissantes.

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer, il y a une tendance générale à augmenter la puissance des machines en général, et plus particulièrement celle des machines à marchandises. Les constructeurs américains, qui sont en possession de fournir des locomotives à l'Allemagne, sont à la tête de ce mouvement. Baldwin et Whitney s'engagent à construire des machines remorquant, sur niveau, les poids bruts ci-après indiqués, le poids de la machine et du tender non compris, à des vitesses égales à celles qui sont ordinairement adoptées :

TENDERS.

295

	tonnes
1° Machines américaines à 6 roues, pour voyageurs.	187
— » —	233
— » —	280
2° Machines à 8 roues dont 4 accoupl.	373
— » —	467
— » —	560
3° Machines à 6 roues accouplées	560
— —	700
— —	840
4° Machines américaines à 8 roues accouplées	747
— —	933
— —	1120

Le poids de ces machines varie de 9 à 24 tonnes.

Norris construit des machines pour remorquer une charge brute de

	par mètre	à l'heure
200 tonnes sur des pentes de 6 ^m ,7	à la vitesse de	22 ^{km} ,5
150 —	10,0	22,5
100 —	20,0	18,7
85 —	33,3	15,0

Ces machines sont à 8 roues dont 4 accouplées, ou à 6 roues accouplées. Pour arriver à ce résultat, il réduit jusqu'à 1^m,05 le diamètre des roues motrices.

§ 4. Tenders.

La construction des tenders ne présente pas de particularités très-remarquables, j'énumérerai rapi-

dement celles qui ont le plus frappé mon attention.

Freins. Les freins dans les constructions les plus nouvelles sont disposés de manière à agir sur toutes les roues et sur chacune d'elles au moyen de deux sabots.

Capacité. Sur le chemin de fer du grand-duché de Bade, pour éviter de prendre de l'eau à certains réservoirs alimentés par des sources calcaires, on donne aux tenders une grande capacité; ils contiennent 5 mètres cubes d'eau disponibles pour l'alimentation de la machine et 1,400 à 1,500^{kg} de coke; ils sont à 6 roues.

Ressorts. Sur ce même chemin, on trouve des tenders supportés sur les boîtes à graisse par des ressorts à boudin; chaque ressort se compose de deux spirales concentriques, la spirale intérieure ne fonctionne que quand celle qui l'enveloppe se brise. Ces ressorts sont simples, mais ils se détruisent rapidement.

Tube indicateur. Sur plusieurs chemins, on a placé sur le côté du tender un tube indicateur en verre, appliqué contre la paroi et encastré entre deux règles en cuivre qui l'assujettissent et qui servent en même temps d'échelle. Un appareil de ce genre, ou tout autre remplissant le même but, est utile pour vérifier, soit

au départ, soit aux stations, si le mécanicien a pris une provision d'eau suffisante; quelquefois des retards sont occasionnés par le manque d'eau dans le tender, il est utile que le chef ou surveillant de la station puisse vérifier si le convoi part avec la quantité d'eau nécessaire. Un tube indicateur sert, en outre, aux agents chargés de la manœuvre des grues pour fermer à temps la soupape ou le robinet d'écoulement sans inonder d'eau le tender. Cet appareil est enfin très-précieux pour les expériences ou vérifications qu'il peut être fréquemment nécessaire de faire sur la consommation d'eau par les machines. Les tubes de verre ont l'inconvénient de se salir à l'intérieur; mais on peut, en ménageant à la partie inférieure un orifice fermé par un bouchon à vis, les nettoyer avec une tige de fer et un goupillon imprégné au besoin d'eau acide.

Les tenders des chemins de fer de l'État, en Bavière, portent, à l'imitation du chemin de fer d'Alsace, une petite pompe à incendie placée à l'arrière; elle peut être manœuvrée au moyen de deux leviers par un ou deux hommes placés sur la plate-forme qui recouvre le ressort de choc. Ces pompes avec une lance et un tuyau en toile de 15 mètres de longueur coûtent 350 à 400 francs. Cette précaution est évidemment fort utile, au moins pour les trains de marchandises; avec une pompe semblable puisant immédiatement son eau dans le tender, il doit

Pompe à incendie.

être possible d'arrêter très-promptement les progrès d'un incendie sur le wagon où il a commencé à se déclarer ; sans cette pompe, on peut être obligé de laisser brûler plusieurs wagons consécutifs pour faire la part du feu, pendant le temps nécessaire pour couper le train et isoler le foyer de l'incendie.

Appareil
de
décrochage.

Sur quelques tenders du grand-duché de Bade, portant à l'arrière un siège où prend place le conducteur chargé de transmettre les signaux au mécanicien, on a disposé un levier dont l'extrémité est à la main de cet agent, pour décrocher l'attelage en cas d'accident. L'usage de cet appareil ne s'est pas généralisé. Son utilité est en effet très-douteuse; elle se réduit au cas où la machine, sortie de la voie, irait se précipiter du haut d'un remblai sur les talus; mais, comme toutes les fois qu'un signal d'alarme est donné, le conducteur chargé du décrochage, qui ne peut pas apprécier l'opportunité de cette manœuvre; doit le faire, il pourrait se présenter des cas où elle augmenterait le péril du convoi. On ne saurait donc, jusqu'à ce que l'expérience ait permis d'asseoir un jugement positif à cet égard, recommander l'usage de ce levier ou de tout autre système du même genre.

§ 5. *Statistique du matériel de traction.*

Le matériel des chemins de fer a été fourni d'a-

bord en Allemagne par les constructeurs anglais et américains ; le développement rapide de ces voies de communication y a fait établir ou agrandir un grand nombre d'ateliers, et a communiqué un essor rapide à l'industrie de la construction des machines. Cependant l'Allemagne est encore tributaire des pays voisins, de l'Angleterre, des États-Unis, de la Belgique et de la France. MM. Meyer et compagnie de Mulhouse ont déjà fourni depuis deux années 9 machines locomotives pour le grand-duché de Bade, 8 pour la Bavière, et ils en construisent 5 autres, sur le modèle américain, pour le gouvernement autrichien. Ces machines se sont fait remarquer, comme toutes celles qui sortent des ateliers de ces constructeurs, par une rare perfection d'exécution dans tous les détails et fonctionnent de la manière la plus satisfaisante.

Origine des
machines.

On compte en Allemagne 16 établissements qui ont fabriqué ou qui fabriquent des machines locomotives. Je donne ci-joint quelques renseignements statistiques sur les plus importants d'entre eux.

Fabriques de
locomotives
en
Allemagne.

1° *Ateliers de Kessler à Carlsruhe*, grand-duché de Bade. Cet établissement a été favorisé par le gouvernement de ce pays, qui a encouragé par des prix d'achat très-élevés la construction des locomotives. Il est en relation par une voie de peu de longueur avec la station centrale de Carlsruhe, et il est pro-

bable, qu'après l'achèvement de la construction du matériel, il sera chargé de toutes les grandes réparations.

2° *Fabrique de machines d'Hirschau à Munich*, fondée par M. de Maffei. Cet établissement, situé sur les bords de l'Isar, auquel il emprunte sa force motrice, n'a encore travaillé que pour les chemins de fer de l'État, auxquels il avait fourni, à la fin de 1844, 8 machines locomotives.

3° *La fabrique de machines du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz*. Elle dépend de ce chemin, mais elle est administrée séparément; elle a construit une partie de son matériel et fabriqué un grand nombre de machines locomotives et de voitures américaines pour les chemins de fer de l'État.

4° *Fabrique de locomotives de Norris à Vienne*. Ce constructeur qui avait déjà fourni à l'Allemagne un grand nombre de machines locomotives, fabriquées dans ses ateliers de Philadelphie, vient d'établir une succursale en Autriche, où les modèles américains ont été exclusivement adoptés par le gouvernement autrichien.

6° *Fabrique de machines de Wiener-Neustadt* près de Vienne. Cet établissement est destiné à prendre de l'importance par son voisinage du chemin

de fer de Vienne à Trieste. Il a reçu une première commande de 16 locomotives pour ce chemin.

6° *Ateliers de Borsig à Berlin.* Ces ateliers prennent de jour en jour un développement plus considérable; ils ont fourni des machines à presque tous les chemins de fer de la Prusse. Au mois d'octobre 1844, le nombre des ouvriers s'élevait à 500 et celui des machines en construction ou commandées à 23.

7° Plusieurs autres établissements d'une moindre importance ont construit chacun un petit nombre de machines locomotives; ce sont :

Les ateliers du chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand.

- *d'Egells, à Berlin.*
- *du chemin de fer de Magdebourg à Leipzig.*
- *de la compagnie de la navigation de l'Elbe, à Magdebourg.*
- *d'Edmunds et Herrenkohl, à Aix-la-Chapelle.*
- *de Dobs et Ponsgen* *id.*
- *de Jacobi, Daniel et Huyssen* *id.*
- *de la fabrique de Chemnitz en Saxe.*
- *d'Uebigau* *id.*
- *de Zorge dans le Harz.*

J'ai réuni dans le tableau suivant les noms de tous les constructeurs qui ont fourni des machines

Liste générale
des
constructeurs.

État
des machines.

locomotives aux chemins de fer de l'Allemagne, avec l'indication approximative du nombre de ces machines, jusque vers la fin du premier semestre de l'année 1845. Beaucoup de chemins complétant ou recevant journellement leur matériel, on comprendra facilement l'impossibilité de donner exactement une liste de ce genre.

ANGLETERRE.

	livrées	commandées
R. Stephenson à Newcastle.....	98	31
Sharp-Roberts à Manchester.....	70	»
Sharp frères <i>id.</i>	16	2
Turner Evans à Newton.....	11	»
Rothwell à Bolton.....	10	»
Hawthorn à Newcastle.....	6	»
Kirtley à Warrington	5	»
Bury à Liverpool...	4	»
Kilson, Thompson et Hewiston à Leeds..	4	»
Longridge à Newcastle.....	4	»
Tayleur à Warrington.....	2	»
Forrester à Liverpool	2	»
Fenton, Murray et Jackson à Leeds.....	2	»
Nasmyths à Manchester.....	2	»
Rennie à Londres.....	1	»
Total.....	237	33

Total général... 270

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Norris à Philadelphie.....	56	»
Baldwin à Philadelphie.....	1	»
Total.....	57	»

BELGIQUE.

Établissement de Cockerill à Seraing. ...	34	»
Régnier Poncelet à Liège.....	7	»
Société du Renard à Bruxelles.....	2	»
Total.....	43	»

FRANCE.

J.-J. Meyer et C ^{ie} à Mulhouse....	17	8
Total.....	25	

ALLEMAGNE.

Borsig à Berlin.....	29	22
Ateliers du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz.....	31	»
Kessler à Carlsruhe..	23	»
Fabrique de Wiener-Neustadt.....	18	»
Fabrique d'Hirschau à Munich..	8	»
Compagnie des bateaux à vapeur de l'Elbe	4	»
Fabrique de Zorge.....	4	»
Ateliers du chemin de fer du Nord....	1	»
Ateliers du chemin de fer de Magdebourg à Leipzig.....	1	»
Fabrique d'Uebigau en Saxe.....	1	»
Fabrique de Chemnitz en Saxe.....	1	»

Egells à Berlin.....	1	»
Edmunts et Herrenkohl à Aix-la-Chapelle.	1	»
Jacobi, Daniel et Huyssen <i>id</i>	1	»
Döbs et Ponsgen <i>id</i>	1	»
Total.....	125	22

Total général..... 147

RÉCAPITULATION.

Angleterre... <i>Machines.</i>	{ livrées 237 commandées. 33 }	270
États-Unis.....	livrées 57	57
Belgique.....	livrées 43	43
France.....	{ livrées 17 commandées. 8 }	25
Allemagne.....	{ livrées 125 commandées. 22 }	147
Total général.....	542

Le nombre des machines indiquées comme commandées et non livrées est certainement beaucoup au-dessous de la vérité.

Prix
des machines.

Le prix de ces machines est très-variable suivant l'époque à laquelle elles ont été fabriquées, suivant leurs dimensions et les constructeurs. La fabrication indigène, dans la circonscription de l'union douanière, est favorisée par un droit d'importation de 7,500 fr. en moyenne. En Autriche, un décret im-

périal du 25 novembre 1837, a fixé le droit d'importation sur les machines locomotives à 1 p. 0/0 de la valeur, avec une augmentation annuelle de 1 p. 0/0 jusqu'au maximum de 5 p. 0/0.

Les machines anglaises (tenders compris) reviennent à Berlin, tous frais payés, de 46,300 fr. à 57,500 francs.

Les machines de Norris les plus fortes reviennent, également à Berlin, à 48,230 fr.

Le gouvernement du grand-duché de Bade a payé les machines (tenders compris), rendues sur la ligne, aux prix suivants :

Machines de Kessler (modèle de Sharp).....	52,675 fr.
— de Sharp-Roberts	57,469
— de Stephenson (à longues chaudières)	64,269

Le gouvernement bavarois a fixé les prix, pour livrer à Nürnberg :

Machines de Meyer (droit d'entrée non compris), à.....	51,815 fr.
— de Kessler.	53,750
— de la fabrique d'Hirschau.....	58,050

§ 6. *Cahier des charges pour la fourniture des locomotives.*

Le gouvernement autrichien a rédigé un pro- Autriche.

gramme ou cahier de charges qui a été porté à la connaissance des constructeurs; il a reçu les soumissions accompagnées de dessins à l'appui et a choisi, sans adjudication, parmi ces soumissions. Je reproduirai par extrait les clauses principales de ce programme.

Les machines seront construites d'après le système américain. Elles seront à détente variable à tous les degrés de la course, et auront un tuyau d'échappement variable.

Elles seront réparties en trois catégories. Celles de la première catégorie devront remorquer sur niveau un poids brut de 224 tonnes à la vitesse de 30^{km},32 à l'heure, avec une consommation maximum par kilomètre de 0^{sième},09 de bois de sapin desséché à l'air; celles de la deuxième, 336 tonnes, à la vitesse de 23 kilomètres, avec une consommation maximum de 0^{sième}, 112; celles de la troisième, 448 tonnes, à la vitesse de 23^{km}, avec une consommation maximum de 0^{sième},135.

La pression effective maximum ne devra pas dépasser 4^{atm},66. La charge de chaque roue motrice sera au maximum de 4 tonnes 1/2.

Le diamètre des roues motrices sera, pour la première catégorie, égal à 1^m,422; pour les deux autres, à 1^m,264; la course des pistons sera au minimum de 0^m,526.

Les ressorts seront disposés de telle sorte que l'on puisse faire varier la charge à volonté.

La boîte à feu sera en cuivre ; la plaque des tubes aura 0^m,022 d'épaisseur, les autres auront 0^m,015. Les entretoises seront en fer forgé , enveloppé d'un fourreau en cuivre , et d'un anneau en fer destiné à maintenir l'écartement des parois. ●

Les tubes seront en laiton anglais, de 2^m,7 d'épaisseur au moins ; leur diamètre sera de 48^{mm}. Ils seront assemblés sans viroles.

Le régulateur aura la forme d'un tiroir ; il sera placé à la partie supérieure du dôme de prise de vapeur.

Dans les machines à roues motrices accouplées , les roues intérieures n'auront pas de mentonnets.

Les chaudières seront pourvues de soupapes de sûreté, d'indicateurs de niveau , d'un manomètre à ressort , d'un entonnoir pour le remplissage ; la lumière du robinet de cet entonnoir aura au moins 7 centim. carrés de section.

Le foyer sera pourvu d'un cendrier fermé à l'avant par un treillis en fil de fer ; la boîte à fumée sera pourvue d'un registre pour modérer le tirage. La cheminée portera un appareil propre à arrêter les étincelles , sans que la machine cesse de pouvoir effectuer le travail exigé.

Le châssis portera en avant des roues antérieures un chasse-pierre , en avant des roues motrices un appareil pour balayer la glace brisée , et des boîtes à sable qui pourront être manœuvrées de la plateforme. La machine sera disposée pour que le mé-

canicien puisse circuler autour avec sécurité pendant la marche.

Toutes les pièces des locomotives appartenant à une même catégorie devront être semblables et pouvoir se remplacer l'une par l'autre. Chaque couple de machines sera pourvue d'un assortiment de pièces de rechange.

Indépendamment des épreuves de charge, on soumettra les machines ne remorquant que leur tender à des épreuves de vitesse; quelle que soit cette vitesse, il ne devra se manifester aucune imperfection.

Les différends qui pourraient survenir entre le gouvernement et les fabricants seront jugés, en dernier ressort et sans appel, par deux arbitres qui en nommeront un troisième en cas de partage.

Les constructeurs, après avoir pris connaissance de ce programme, déposeront des soumissions, que le gouvernement se réserve la faculté d'accepter en totalité ou en partie.

Sur les soumissions et sur les plans et descriptions, qui devront y être annexés, seront indiqués :

- 1° Le nombre et la catégorie des machines auxquelles s'applique la soumission;
- 2° Le prix d'une locomotive complète de chaque espèce;
- 3° Le prix des pièces de rechange pour deux locomotives;
- 4° Le cautionnement qui sera déposé et le mode

de dépôt; les paiements à compte exigés avant la livraison.

Le gouvernement, comme on le voit par ce programme, a su éviter tous les inconvénients d'une adjudication au rabais, en conservant les avantages de la concurrence.

Je reproduirai, en outre, intégralement, le cahier de charges dressé par le gouvernement bava-
rois, pour la fourniture de 24 machines loco-
motives, confiée de gré à gré à MM. Meyer et comp.
de Mulhouse, Kessler de Carlsruhe, et Maffei de
Munich (fabrique d'Hirschau).

Bavière.

*Cahier de charges pour la construction de machines locomotives,
pour le chemin de fer du gouvernement bavarois.*

Les locomotives devront répondre dans leur ensemble, comme dans leurs détails, aux conditions ci-après :

1° *Du système en général.* — Les machines seront à détente variable à volonté pendant la marche; — elles auront trois essieux, invariablement parallèles avec six roues, châssis extérieurs, cylindres extérieurs à la boîte à fumée, tuyau d'échappement variable, et en général toutes les dispositions ci-dessous indiquées.

2° *De la chaudière.* — La chaudière sera construite en tôle de première qualité, sauf le foyer qui sera en cuivre, et les tubes qui seront en laiton. — Toutes les parties devront avoir assez d'épaisseur et être assez bien assemblées, pour que, sous l'action d'une pression hydraulique à froid de 12 atmosphères, il ne se manifeste aucune rupture ou déchirure, aucune déformation de plus de 6 millimètres.

L'épreuve sera faite séparément pour chaque chaudière, et con-

statée officiellement par un timbre de 6 atmosphères; après cette épreuve, la chaudière sera admise pour fonctionner à la tension effective de 5 atmosphères.

Les dimensions de la chaudière, de la boîte à feu et des tubes, devront être calculées pour une vaporisation totale de 2^{m.c.},83 par heure, à la vitesse de 32 kilomètres à l'heure.

La boîte à feu sera disposée pour consommer du coke.

Les surfaces de chauffe des tubes et de la boîte à feu, seront dans le rapport de 9 à 1. — Les deux tiers de la section de la partie cylindrique de la chaudière, seront réservés pour l'emplacement des tubes.

Sous la grille, on disposera un cendrier, ouvert sur le devant, que le mécanicien pourra fermer de la plateforme, pour intercepter complètement, au besoin, le passage de l'air.

Indépendamment du tube indicateur de niveau, il sera placé trois robinets d'épreuve.

Le sifflet à vapeur devra être garni d'un levier, afin qu'il puisse être mis en relation avec les conducteurs des voitures, au moyen d'un cordon.

La chaudière portera deux soupapes de sûreté.

Le dôme de prise de vapeur ne sera pas sur la boîte à feu, mais près de la cheminée ou sur le milieu de la chaudière.

La cheminée sera surmontée d'un clapet, la boîte à fumée portera un registre pour faire rentrer l'air froid. — Les deux appareils pourront être manœuvrés de la plate-forme: la cheminée sera garnie à l'intérieur d'un panier en fil de fer, pour arrêter les étincelles. — La hauteur de la cheminée, au-dessus des rails, ne dépassera pas 4^m,23.

Le tuyau d'échappement devra être disposé de telle sorte que le mécanicien puisse faire varier sa section, entre des limites correspondant à des diamètres de 63 et 114 millimètres.

Les pompes alimentaires seront garnies de soupapes à boulets.

Le régulateur aura la forme d'un tiroir placé dans la boîte à fumée entre les boîtes des tiroirs; les leviers qui serviront à le manœuvrer, seront en dehors de la chaudière.

Sur chaque côté de la chaudière sera placé un robinet et un tuyau pour renvoyer la vapeur dans le tender. — Une pompe à main ou à vapeur sera également placée, sur l'un des côtés, pour alimenter pendant le stationnement de la machine.

3° *Des cylindres et du mécanisme.* — Les cylindres seront en fonte de première qualité; les tiges des tiroirs et des pistons seront en acier fondu.

Les cylindres auront 0^m,305 de diamètre, et les pistons 0^m,508 de course. Les cylindres seront placés horizontalement. — Chaque cylindre portera deux robinets de purge.

La distribution sera à détente variable pendant la marche; elle devra satisfaire aux conditions suivantes :

A. Que la vapeur puisse être interceptée rapidement à un point quelconque, depuis *un septième* jusqu'à *la fin* de la course;

B. Qu'à chaque degré de détente l'avance reste la même, et soit égale à 4^{mm},8 pour l'admission, et à 9^{mm},6 pour l'échappement; — qu'en outre, le tiroir ne démasque pas la lumière d'échappement avant que le piston soit arrivé à 0^m,030 de la fin de sa course, et celle d'admission avant qu'il soit arrivé à 0^m,007 du même point;

C. Qu'aux divers degrés de détente l'ouverture des lumières atteigne les limites suivantes : depuis 1 jusqu'à 1/5, la douzième partie de la surface des pistons, et depuis 1/5 jusqu'à 1/7, la vingt-quatrième partie; qu'elle s'y maintienne le plus longtemps possible, pour se fermer ensuite rapidement.

Toutes les parties du mécanisme, sous le rapport de la forme, de la netteté et du poli, devront être exécutées avec le soin le plus complet; elles devront être convenablement proportionnées entre elles.

Le mécanisme devra être pourvu des dispositions les plus propres à faciliter le graissage; l'application d'un réservoir à huile commun est proscrire.

4° *Des roues.* — Les rais, en fer forgé, seront soudés au cercle extérieur de la jante.

Les roues motrices auront 1^m,524, et les roues de devant et de derrière 0^m,914 de diamètre. — Les essieux de devant et du milieu, ainsi que les roues qui en dépendent, devront être solidement confectionnés.

L'écartement maximum des roues de devant et de derrière, est fixé à 3^m,353. — Dans le cas où cette condition présenterait quelque difficulté d'application, une nouvelle distance pourra être fixée.

Le poids des manivelles et des bielles, sur l'essieu moteur, sera équilibré avec soin.

Les essieux ne devront avoir aucun jeu dans les coussinets.

5° Du châssis. — Le châssis de la locomotive sera construit en fer battu ; sa force devra être suffisante pour que la machine puisse travailler à pleine charge , à la pression de 5 atmosphères et à la vitesse de 9 à 10 lieues à l'heure , sans que la moindre extension , flexion ou variation de forme se manifeste.

Pour ce qui concerne la répartition de la charge sur les essieux , on devra rapprocher l'essieu antérieur autant que possible de la boîte à fumée , et l'éloigner autant que possible de l'essieu moteur ; l'essieu de derrière devra , au contraire , autant que possible , être rapproché de l'essieu du milieu. — On avisera ultérieurement au moyen de reporter à volonté , pendant la marche , une partie de la charge sur les roues motrices , pour augmenter l'adhérence. — Des chasse-pierres devront être appliqués à la partie antérieure du châssis , pour enlever les obstacles qui pourraient se trouver sur les rails.

Sur le châssis et à la chaudière seront appliquées les dispositions nécessaires pour faciliter la circulation autour de la machine pendant la marche.

6° Des moyens d'empêcher le refroidissement. — Non-seulement la partie cylindrique de la chaudière , mais encore le dôme de prise de vapeur et la boîte à feu tout entière seront revêtus de bois. — L'enveloppe en bois sera recouverte de tôle sur la partie inférieure de la boîte à feu , sur la moitié inférieure de la chaudière , et sur le dôme de prise de vapeur. — Les cylindres seront également recouverts de bois et de tôle.

7° Du raccordement de la machine avec le tender. — Les tuyaux de raccordement devront être à genou , et pouvoir s'assembler et se désassembler librement , sans vis ou autre moyen d'attache.

La barre d'attelage devra être disposée de telle sorte qu'elle se présente d'elle-même en place , lorsqu'on poussera le tender contre la machine , et qu'on puisse la fixer immédiatement avec le bouillon d'attelage.

8° Du tender. — Les tenders seront à 4 roues d'une capacité d'environ 3 tonnes ; ils devront être construits en fer et en tôle de première qualité.

On ménagera sur le tender la place d'une boîte à outils et d'un cric.

On disposera un frein capable de serrer, de la manière la plus forte, chacune des 4 roues, au moyen d'un double sabot pour chaque roue.

La hauteur de la barre d'attelage et la disposition des ressorts de choc à l'arrière seront ultérieurement fixées.

9° *De la peinture des locomotives.* — Les machines seront peintes avec des couleurs sombres, préparées et appliquées avec le plus grand soin.

10° *De l'uniformité de la construction.* — Toutes les locomotives et tous les tenders, dans l'ensemble comme dans les détails, pour toutes les pièces mécaniques, devront présenter une uniformité complète et correspondre aux calibres préparés à l'avance, de telle sorte que chaque pièce d'une machine puisse être montée indistinctement sur toute autre, comme si telle avait été sa destination primitive.

Pour le calibre des boulons, écrous, etc., un modèle général sera délivré aux constructeurs.

11° *Garantie pour l'exécution du cahier des charges.* — Comme moyen de constater la qualité des matériaux et le soin du travail, ainsi que l'accomplissement de toutes les conditions indiquées ci-dessus, il est spécifié qu'après le montage de chaque machine par le fabricant, sur le chemin de fer royal de Bavière, elle devra effectuer, en service ordinaire, un parcours total de 37,000 kilomètres, sans autre entretien que le nettoyage. — Si, pendant cette période d'épreuve, il se manifeste quelque défaut dans la qualité des matériaux ou dans la construction de la machine, les réparations seront faites par le fabricant, sans qu'il puisse réclamer aucune indemnité. — Pour ce qui concerne le travail que les machines devront être en état d'effectuer, il est stipulé que, par un temps calme, elles devront remorquer, à la vitesse de 33^{km},4 à l'heure, un train de 90 tonnes brutes (tender non compris) sur des rampes de 3^{mm},33, ou de 70 tonnes brutes sur des rampes de 5^{mm} par mètre.

12° *Poids des locomotives.* — Le poids des locomotives est fixé au minimum à 12 tonnes, et au maximum à 15 tonnes.

2^e SECTION. — MATÉRIEL DE TRANSPORT.

On trouve divers systèmes de voitures et de wagons appliqués sur les chemins de fer d'Allemagne ; leurs dispositions principales présentent des différences essentielles, qui peuvent servir à les distribuer en quatre classes : *voitures anglaises, belges, américaines, et allemandes*. Je donne ce dernier nom à des voitures dont l'origine est anglaise, mais dont l'usage a pris un très-grand développement en Allemagne, et obtenu plus de succès qu'en Angleterre ; je n'ai adopté cette dénomination que pour faciliter la description.

Voitures
anglaises.

Les voitures auxquelles j'applique la qualification d'*anglaises* sont construites sur des modèles variés empruntés à l'Angleterre ; dans les voitures de ce système, les plaques de garde sont attachées aux longs côtés du châssis et la caisse est au-dessus des roues. C'est le système adopté en France sur tous les chemins de construction nouvelle. Les roues sont au nombre de quatre ou de six ; la caisse s'attache maintenant aux extrémités des ressorts, au moyen de menottes en cuir, pour les voitures de 1^{re} et de 2^e classe.

Voitures
belges.

Cette forme de voitures, employée d'une manière exclusive en Belgique, a été imitée sur les chemins,

de fer rhénan , badois et bavarois. Les longs côtés du châssis, placés à l'intérieur des roues, sont supportés par quatre ou par six traverses, réunies par couples, et aux extrémités desquelles sont attachées les plaques de garde et les ressorts de suspension ; les plaques de garde sont formées d'une seule feuille de tôle, présentant deux saillies latérales dont l'envergure est égale à l'écartement des traverses, et par conséquent égale, au moins, au diamètre des roues qui sont comprises entre ces traverses ; le châssis est suspendu aux ressorts par des étriers en fer attachés aux extrémités des traverses. Le châssis bavarois se compose d'un double brancard embrassant l'extrémité de la traverse en dehors des roues ; les ressorts sont attachés aux traverses à l'intérieur du châssis. Ces dernières voitures n'ont qu'un seul marchepied, attaché directement au brancard. Par suite de la disposition du châssis belge et de ceux qui en dérivent, les roues pénètrent dans les caisses, sous les banquettes. Ce système à l'avantage de descendre le centre de gravité des voitures, de faciliter l'entrée et la sortie des voyageurs en abaissant les marchepieds. Ce dernier avantage est obtenu, dans le système anglais, par l'exhaussement des trottoirs, et par conséquent ne peut pas être un motif de préférence. L'abaissement du centre de gravité est très-important dans les voitures qui circulent sur les routes ordinaires, et qu'un obstacle ou une dépression trop profonde peut faire verser ; mais les voi-

tures de chemin de fer ne versent pas ; elles sont brisées ou culbutées par l'effet de chocs très-violents. Dans ce cas, il est possible que le renversement soit d'autant plus facile que le centre de gravité est plus élevé ; il est possible que les voitures anglaises soient culbutées, par l'effet d'une collision ou d'un déraillement de la machine, plus facilement que les voitures belges ; mais, dans celles-ci, le châssis et la caisse, qui sont en porte-à-faux sur les boîtes à graisse, sont moins solides et moins capables de résister à l'effet d'un choc violent. Les wagons à marchandises ne comportent pas de saillie à l'intérieur du plancher ; il faut relever les caisses au moyen de tasseaux. Les tampons plus rapprochés sont moins propres à combattre le mouvement de lacet. Cette disposition ne paraît donc pas présenter de motifs de préférence sur le système généralement adopté en France. L'importance des chemins de fer déjà pourvus du matériel anglais, serait un obstacle à l'application du système belge sur les chemins en construction ; car il y a bien plus d'intérêt à assurer le parcours commun entre les chemins qui réunissent les différentes parties du territoire, qu'à établir une communication, sans déchargement, entre les chemins qui aboutissent à la frontière et ceux des pays voisins.

Voitures
américaines.

Les voitures américaines ont un train d'une forme toute particulière. Elles ont huit roues ; leur lon-

gueur et leur capacité est double de celle des voitures à quatre roues, de telle sorte que la charge de chaque essieu reste sensiblement la même dans les deux systèmes; les essieux sont placés par couples aux deux extrémités de la caisse, et fixés à un même châssis partiel ou avant-train, lié seulement au châssis général par une cheville ouvrière; le poids de la caisse repose, par l'intermédiaire de sabots en fonte ou de galets, sur les brancards de chaque avant-train, qui sont recouverts aux points de contact de plaques en fonte ou en fer; les essieux de chaque train partiel sont invariablement parallèles entre eux; leur écartement ne dépasse pas 1 mètre, le diamètre des roues étant ordinairement de 0^m76, et au plus de 0^m90; les boîtes à graisse sont le plus souvent extérieures; elles supportent aussi le plus souvent le poids de la caisse, par un seul ressort pour chaque paire d'un même côté; ce ressort s'appuie par ses deux extrémités sur les boîtes à graisse, et supporte la charge par son sommet. Lorsque toutes les voitures d'un même chemin sont construites d'après ce système, on établit des plaques tournantes d'un grand diamètre, pour les manœuvrer dans les gares; mais lorsqu'elles ne sont employées que par exception, pour certains transports spéciaux, on peut les tourner sur des plaques ordinaires, en tournant successivement chaque train partiel; les châssis de ces trains doivent alors porter une couronne entière, sur laquelle glissent ou rou-

lent les sabots ou les galets, qui servent à leur transmettre la charge de la caisse. Les brancards sur lesquels la caisse est montée ont une longueur démesurée; souvent on les consolide par des tirants en fer, qui reportent la charge du milieu aux extrémités. L'écartement des avant-trains, de centre en centre, varie de 6 à 9 mètres. Le nombre des voyageurs assis que peut contenir une seule voiture dépasse quelquefois cent; la charge utile des wagons de marchandises peut aller jusqu'à 12 tonnes. Ces immenses voitures ressemblent bien plus à une cabine de bateau à vapeur qu'à une diligence. En Amérique, on y trouve quelquefois tous les accessoires nécessaires au confortable du voyage : salons pour les dames, poêles pour chauffer en hiver, lieux d'aisance, etc.

Les voyageurs montent et descendent par les extrémités, au moyen d'escaliers qui aboutissent à une plateforme où se tient un conducteur. Les banquettes sont à deux places; elles sont disposées transversalement à l'axe de la voie, et laissent au milieu un couloir pour la circulation; les dossiers, formés par une barre de bois, rembourrée dans les voitures de première classe, sont quelquefois mobiles autour d'une charnière placée à la partie inférieure des pieds qui supportent les banquettes, et se renversent, suivant que les voyageurs veulent se placer dans le sens de la marche ou à reculons.

Les voitures américaines sont avantageuses pour franchir les courbes de très-petit rayon ; l'écartement des essieux, réunis deux à deux dans un même avant-train, est aussi faible que possible, et, par suite, la résistance due à leur parallélisme se trouve diminuée. On peut arriver au même résultat avec des voitures ordinaires à six roues, en donnant aux plaques de garde tout le jeu nécessaire dans le sens transversal et longitudinal ; c'est moins le parallélisme des essieux que la conicité et l'écartement entre les rails et les mentonnets qui limite le rayon des courbes. C'est là cependant le seul motif important qui puisse faire donner la préférence à ces voitures. Elles ont peut-être plus de stabilité, en cas d'accident, que des voitures plus légères, à cause de leur poids considérable ; mais à côté de cet avantage se présente un inconvénient qui le compense largement. La mobilité des avant-trains autour de la cheville ouvrière est un obstacle à la grande vitesse, que l'on tend de plus en plus à imprimer aux trains qui circulent sur les chemins de fer ; les voitures devant marcher indifféremment en avant et en arrière, la cheville ouvrière ne peut pas être excentrée, et l'avant-train n'est sollicité à rester entre les rails que par la conicité et les mentonnets des roues ; le mouvement d'oscillation autour de ce pivot tend nécessairement à augmenter avec la vitesse, et peut, au delà de certaines limites, devenir dangereux. Pour l'exploitation, ces voitures, affectées au

service des voyageurs, présentent de graves inconvénients. Les voyageurs de première classe ne sont pas toujours assez nombreux pour remplir une voiture à 50, 60 ou 80 places; il est nécessaire de réunir dans une même caisse des compartiments de première et de deuxième classe, séparés les uns des autres; la circulation, dans les voitures, des conducteurs, qui pourraient sans cela faire pendant la marche le contrôle des bulletins, devient impossible; pour trois ou quatre personnes qui ne trouveraient pas place au départ dans les voitures déjà pleines, il faudrait ajouter souvent une voiture de 100 places, qui deviendrait inutile dès la première station; ces longues voitures sont enfin d'une manœuvre difficile dans les gares. On leur attribue en Allemagne, sur les chemins où on en fait usage, une grande stabilité pendant la marche; je n'ai pas cependant remarqué qu'elles fussent sensiblement plus douces que de bonnes voitures à quatre ou à six roues. Il n'y a donc aucun motif qui puisse les faire adopter sur les chemins de fer français.

Wagons
américains.

Pour le service des marchandises, au contraire, les wagons américains peuvent présenter dans beaucoup de cas des avantages. Pour un même poids de véhicule, ils ont une capacité plus grande; l'étendue même de cette capacité peut être favorable au chargement de certaines marchandises encombrantes, telles que le bois, le fer en barres, les bes-

tiaux; etc. Le transport des grands chariots à quatre roues ne peut s'effectuer que sur des wagons de ce genre; ils conviendraient peut-être mieux pour le transport des bœufs que les wagons ordinaires à quatre roues. Il serait certainement utile de faire entrer quelques wagons américains dans la composition du matériel de transport d'une grande exploitation, comme on l'a fait sur plusieurs chemins d'Allemagne, sur le chemin belge et sur celui d'Alsace.

Les voitures que j'ai désignées sous le nom d'Allemandes, tiennent le milieu, pour leur capacité, entre les wagons à quatre ou à six roues ordinaires et les wagons américains. Elles ont été importées d'Angleterre et adoptées sur la plupart des nouveaux chemins. Elles ont été employées d'abord sur le chemin de fer de Hambourg à Bergedorf. Ces voitures ont six compartiments et contiennent 48 à 60 voyageurs suivant la classe; on les applique également au transport des marchandises, mais moins communément qu'à celui des personnes. Elles ont trois essieux écartés deux à deux de 3^m,40 environ; les caisses sont suspendues sur les boîtes à graisse, au moyen de ressorts d'une forme particulière, que je décrirai plus loin, et qui facilitent la convergence des essieux et leur déplacement dans le sens transversal à la voie, ce qui permet de parcourir sans effort des courbes de très-petit rayon. Leur mou-

Voitures
allemandes.

vement est extrêmement doux, et peu fatigant pour les voyageurs; on peut écrire avec facilité pendant la marche; cet avantage est dû à la grande longueur des caisses, à l'écartement et au nombre des essieux, et au mode de construction des ressorts de suspension. Ces voitures sont principalement construites dans les ateliers du chemin de fer de Leipzig à Dresde. Les boîtes à graisse ne sont maintenues que par l'action combinée des fusées et des ressorts; elles n'ont pas de plaques de garde, on place seulement depuis quelque temps, au dessus de chaque essieu et entre les roues, des plaques de tôle découpées en fourchettes, destinées à soutenir la caisse en cas de rupture d'un ressort, accident qui du reste est assez fréquent. La faculté de déplacement que possèdent les essieux dans tous les sens, concourt à empêcher le mouvement de lacet; les roues obéissent à toutes les inégalités de la voie, à tous les accidents de courbure, sans que la caisse en soit sensiblement affectée. Abstraction faite du mode de construction des ressorts, qui présentent peu de solidité, ces voitures sont dans d'excellentes conditions pour la commodité des voyageurs, et pour la conservation des roues et des essieux. Pour la sécurité, il suffirait de modifier la construction de ces ressorts, qui, formés d'une seule feuille d'acier, sont exposés à se briser, et de conserver les plaques de garde, en laissant aux boîtes à graisse le jeu suffisant pour tous les déplacements des es-

sieux ; ce jeu est du reste fort restreint pour les courbes de grand rayon. Il est peu probable que les essieux qui ne sont soumis à aucun effort de torsion ou de flexion, soient exposés à se briser, s'ils sont en fer de bonne qualité. Ces voitures ont tous les avantages des voitures à six roues, auxquelles on paraît revenir maintenant ; elles n'ont pas l'inconvénient du parallélisme des essieux, ainsi qu'on le verra plus loin. Le seul inconvénient qu'elles puissent présenter pour l'exploitation, c'est une capacité trop grande ; mais comme le nombre des voyageurs qu'elles peuvent recevoir est beaucoup moindre que dans les voitures américaines, ce ne serait pas un obstacle suffisant pour faire négliger les avantages qu'elles possèdent d'un autre côté. Il serait à désirer qu'on en fit l'essai en France ; au moment où les compagnies vont avoir à faire le choix de leur matériel.

Le châssis est consolidé par six traverses, correspondant deux à deux à chaque essieu, par quatre entretoises en fer et par deux croix de Saint-André. La traction est transmise sans élasticité par une barre de fer qui passe sous la caisse de part en part, ou par l'intermédiaire des brancards et d'un ressort de traction et de choc ordinaire ; cette dernière disposition est celle qui a été adoptée dans les voitures les plus récentes.

Wagons pour
le transport
des bois.

Les voitures américaines peuvent rendre de grands services pour le transport des bois de toute longueur ; mais il est plus commode de se servir d'un système de deux wagons à quatre roues , qui peuvent être utilisés pour d'autres usages , lorsqu'ils ne sont pas affectés à ce service spécial. Ces wagons sont des plates-formes ordinaires, portant au milieu une forte traverse, dont la face supérieure est au niveau du plancher. Cette traverse est percée au centre d'un œil garni d'une douille en fer ; elle supporte une seconde traverse, qui repose sur le tiers ou la moitié de sa longueur seulement, et ne lui est attachée que par un fort boulon, faisant fonction de cheville ouvrière. Cette seconde traverse porte à chacune de ses deux extrémités une tige de fer amovible , en forme de ridelle. Les deux wagons , dont l'écartement correspond à la longueur des pièces de bois à transporter, sont placés le long d'un quai qui s'élève à la hauteur des traverses mobiles. On charge les pièces de bois, et on les assujettit au moyen des deux tiges de fer latérales que l'on relie par de fortes chaînes. Ce système forme un wagon américain dans lequel les deux plates-formes jouent le rôle d'avant-train. Pour plus de sécurité, on les réunit par une longue barre d'attelage en bois. J'ai vu transporter ainsi, sur le chemin de Magdebourg à Halberstadt, sur un seul système de ce genre, neuf arbres d'une très forte dimension transversale et de 14 mètres de longueur.

On s'est beaucoup occupé en Allemagne de la construction des chasses-neige, et généralement on s'est fait illusion sur les services que peuvent rendre ces appareils, pour débarrasser les voies encombrées de neige. Leur construction est basée sur l'emploi d'un énorme soc de charrue de forme symétrique, que l'on place, soit en tête d'un wagon spécial, soit en tête d'une machine. L'arête du soc est droite ou courbe, plus ou moins inclinée sur l'horizon; les ailes sont en saillie sur les roues, pour rejeter la neige à une distance suffisante des rails. Lorsque cet appareil est monté sur un wagon, les côtés de celui-ci sont garnis de cloisons en planches, qui empêchent la neige de retomber sous les roues. On charge fortement ce wagon, pour empêcher la neige qui s'amoncelle sur le soc de lui faire baisser le nez. Le soc ne descend qu'à 10 ou 15 centimètres environ au-dessus de la voie; mais il porte des ailettes qui creusent au droit des rails un sillon assez profond pour que les balais, attachés au chasse-neige ou à la machine qui le pousse, puissent achever de mettre leur surface à découvert. Les chasses-neige construits à la fabrique de Wiener-Neustadt en Autriche, pour le service des chemins de fer de l'État, sont formés d'un châssis en bois porté par 4 roues et enveloppé d'une chemise en tôle; celle-ci prend à l'avant la forme d'un soc de charrue, dont l'arête, verticale à sa partie supérieure, ne s'infléchit sensiblement que vers la moitié de sa

hauteur, et se termine par un élément incliné de 42° environ sur l'horizontale. L'angle du soc est de 90° à sa base et de 140° à sa partie supérieure. La chemise, qui se prolonge sur les côtés pour garantir les roues, est légèrement concave. L'arête du soc et ses ailes sont consolidées par de fortes pièces de charpente. Comme on peut en juger par la description qui précède, ce soc est de forme très-obtuse, ce qui tend à augmenter l'effort nécessaire pour le pousser; mais cette forme est convenable pour empêcher la neige de s'accumuler sur l'avant et de passer par-dessus le soc lui-même, inconvénient que doivent présenter la plupart des wagons-chasses-neige que l'on rencontre sur les autres chemins. La hauteur totale du soc, au-dessus des rails, est de $1^{\text{m}},30$. On espère avec cet appareil déblayer la voie, lors même que l'épaisseur de la couche de neige sera d'un mètre.

Sur les chemins de fer saxon-bavarois et de Hanovre à Brunswick, on s'est contenté de construire un soc léger qu'on fixe à l'avant d'une machine préparée à l'avance, en le boulonnant sur le chasse-pierre et sur la boîte à fumée; le chasse-neige peut servir à frayer le passage lorsque la neige n'a que $0^{\text{m}},30$ à $0^{\text{m}},40$ d'épaisseur, ce qui suffit dans presque tous les cas.

Ces appareils ne sont pas toujours suffisamment

efficaces, et souvent il faut recourir à la main de l'homme pour débayer la voie, principalement dans les tranchées. Sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand, on se contente de lancer sur la voie deux machines accouplées en sens inverse; on met en avant une machine anglaise à cylindres intérieurs, qui présente une large surface pour rejeter la neige sur les côtés, et, à l'arrière, une machine américaine qui la pousse, et qui sert à la dégager lorsqu'elle ne peut plus avancer. Ces machines étant chauffées au bois, on les rallume facilement lorsque le foyer se remplit de neige et s'éteint. Il y aurait évidemment avantage à disposer, à l'avant de la première machine, le soc dont il vient d'être question.

Lorsque les rails sont couverts de glace, les roues de devant des machines la brisent, mais ne l'enlèvent pas complètement; il en reste assez pour détruire l'adhérence des roues motrices. Dans ce cas, on place en avant de la machine un wagon vide qui brise la glace; ce qui reste aux rails est enlevé par le balai fixé au chasse-pierre. En Autriche, on place un second balai entre les roues de devant et les roues motrices; il doit évidemment en résulter une amélioration dans la marche de la machine.

On cherche maintenant à substituer l'huile à la graisse pour le graissage des wagons; tout le monde

Bottes
à graisse.

paraît d'accord pour donner à l'huile la préférence comme substance lubrifiante; les frottements sont plus doux, les surfaces en contact se dégradent moins rapidement. La graisse solide que l'on a employée jusqu'ici, ne peut fondre que par une élévation de température de la boîte à graisse, produite par un léger grippement qui n'altère pas le coussinet et la fusée d'une manière très-rapide, mais qui détermine une usure lente et augmente le frottement. La seule difficulté que présentait l'application de l'huile au graissage, était la construction d'un appareil commode, assez bien fermé pour qu'il n'y eût pas de perte de matière. Dans le duché de Bade, on a fait usage pour essai d'une boîte à graisse dont la partie inférieure présente la forme d'un réservoir prismatique, de 7 centimètres de profondeur au-dessous de la fusée. Ce réservoir est rempli d'huile. Sur le fond est fixé un support et par son intermédiaire un levier, terminé d'un côté par une pièce de fer de 85^{mm} de longueur sur 25^{mm} de largeur, enveloppée d'une large mèche de coton, dont les extrémités plongent dans l'huile, de l'autre côté par un contre-poids qui appuie la mèche imbibée d'huile sur la fusée. La boîte à graisse étant complètement fermée, il n'y a pas de perte de liquide possible. Cet appareil remplit son but, mais il est incommode, parce qu'on ne peut vérifier s'il reste de l'huile dans le réservoir qu'en démontant la partie inférieure de la boîte à graisse; la partie inférieure de la boîte et le coussi-

net sont percés d'un trou par lequel on peut ajouter de l'huile, mais il y a toujours incertitude sur la quantité contenue dans le réservoir. La capacité totale de ce réservoir est d'environ 0^m,66, il renferme par conséquent de l'huile pour un parcours considérable.

On a cherché à remédier aux inconvénients de ce Boîte à huile. mode de graissage, en plaçant l'huile dans un réservoir en forme de tiroir, qui peut s'enlever sans qu'il soit nécessaire de démonter la boîte. M. Kirchweyer, ingénieur du matériel du chemin de fer de Hannovre, a construit dans ce but un appareil dont l'usage commence à se généraliser. La partie inférieure de la boîte se termine par une capacité prismatique, dont la paroi antérieure est percée d'un trou carré. On introduit par ce trou un tiroir rempli d'huile, et par-dessous une pièce à ressort, qui le maintient invariablement dans sa position; cette pièce s'enlève facilement à la main, mais aucune secousse pendant la marche ne peut la déplacer. Le tiroir porte un levier à contrepoids qui applique contre la fusée une mèche plate en coton, dont les bouts plongent dans l'huile. La partie supérieure du tiroir est fermée par une paroi, percée seulement d'un orifice rectangulaire, suffisant pour le passage de la mèche, mais en même temps exactement fermé par celle-ci. L'huile monte dans la mèche par l'effet de la capillarité et maintient la fusée constamment

lubrifiée; elle ne peut pas être projetée hors du tiroir par l'effet des chocs. On peut renouveler facilement l'huile, en enlevant le tiroir, ce qu'un homme peut faire d'une seule main; on peut encore se servir d'un tube recourbé saillant à l'extérieur, fermé par un bouchon en métal ou en liège, et faisant en même temps fonction de bouton pour enlever ou mettre en place le tiroir. En ôtant ce bouchon, les ouvriers chargés du graissage reconnaissent immédiatement s'il reste une quantité d'huile suffisante, et peuvent en ajouter sans démonter l'appareil. La consommation d'huile est extrêmement faible; bien que la capacité du réservoir soit de 140 centimètres cubes seulement, il peut fournir une longue course. La dépense d'huile est insignifiante, et le frottement est sensiblement plus doux qu'avec la graisse.

M. Busse, directeur du chemin de fer de Leipzig à Dresde, a construit, pour l'emploi de l'huile de colza, des boîtes à graisse qui ne diffèrent pas essentiellement de celles dont on fait usage ordinairement. Dans la cavité destinée à recevoir la graisse, il dispose une plaque de fonte, portant à l'avant un petit réservoir et à l'arrière un entonnoir qui pénètre dans le trou dont la boîte à graisse est percée. Le réservoir est plein d'huile jusque vers la moitié de sa hauteur, et, à ce point, sa paroi est percée d'un trou à travers lequel passe une mèche de coton tressée, dont l'extrémité descend à travers l'enton-

noir et à travers l'œil du coussinet jusqu'à la fusée. Cette mèche fait syphon, et sa grosseur est calculée pour qu'elle débite 3 gouttes d'huile par minute. L'huile se dépense d'une manière continue et maintient la fusée constamment lubrifiée; elle tombe ensuite sur le demi-cylindre qui forme la partie inférieure de la boîte à graisse; une rigole creusée suivant l'arête inférieure de ce demi-cylindre, et un trou percé à son extrémité antérieure, amènent l'huile, versée en excès sur la fusée, dans un réservoir en tôle où on la recueille pour la faire resservir. On a reconnu par l'expérience que le graissage à l'huile augmentait la durée des coussinets; sur un wagon dont les boîtes à graisse étaient disposées d'après ce système, des coussinets en bois, recouverts au contact de la fusée d'un alliage de plomb et d'antimoine, n'avaient pas éprouvé d'usure sensible après un parcours non interrompu de 45,000 kilomètres. La dépense d'huile est insignifiante; on a constaté pour un wagon à 4 roues une consommation de 1^{kg},63 d'huile pour un parcours de 15,200 kilomètres, soit environ 0^{gr},11 par kilomètre. On a constaté, en outre, que le frottement était diminué. On ajoute à l'huile, pendant les grands froids de l'hiver, 1/4 à 1/3 d'essence de térébenthine pour la maintenir liquide.

Ces résultats d'expérience démontrent qu'il y a un avantage marqué, sous tous les rapports, à

faire usage d'huile pour le graissage des roues des wagons. La seule difficulté consiste dans la construction d'une boîte à graisse bien appropriée à cet usage; celle du chemin de Hannovre et celle de M. Busse donnent déjà une solution satisfaisante de la difficulté.

Coussinets. On a essayé en Allemagne, comme en Angleterre et en Belgique, des alliages de compositions très-diverses pour la confection des coussinets; ils donnent tous des résultats satisfaisants. L'alliage qui est adopté avec le plus de faveur sur les chemins de fer allemands, est composé de 85 parties de plomb et de 15 d'antimoine; si l'usage s'en répand, on pourra l'obtenir immédiatement dans les usines à plomb à un prix très-modique, par le traitement des litharges antimoniales. Sur le chemin de fer de Hannovre, on coule les coussinets sur la fusée même, après l'avoir polie. On place les boîtes à graisse renversées sous les fusées dans la position qu'elles doivent occuper par rapport aux roues; on ferme l'extrémité tournée du côté du moyeu par deux planchettes en bois, et on verse l'alliage fondu jusqu'à la hauteur de l'axe. La confection de ces coussinets sera très-peu coûteuse, à cause du bas prix de l'alliage et de la simplicité du moulage; au mois d'octobre 1844, après une expérience de 6 mois, on les avait adoptés d'une manière exclusive sur le chemin de fer de Hannovre.

M. Busse fabrique ses coussinets avec un morceau de bois dur bien sec (charme, érable, cornouiller, aubépine, acajou, etc.); ils sont tournés et rabotés de manière à s'appliquer exactement sur la fusée et sur la boîte à graisse, comme les coussinets en bronze. On pratique sur la partie cylindrique, dans toute son étendue, une cavité de 6 à 12^{mm} de profondeur, dans laquelle on coule un alliage composé de 75 parties de plomb et de 25 d'antimoine; c'est entre cette surface métallique et la partie droite de la fusée que se développent les frottements engendrés par la pression verticale; aux deux extrémités arrondies qui portent sur les collets de la fusée, on enfonce des chevilles de dents de cheval, d'ivoire ou de toute autre matière osseuse dure. Ces parties du coussinet formées de bois dur et d'os sont très-durables, d'un frottement très-doux, et ne peuvent jamais gripper. Ce sont des coussinets de ce genre, graissés à l'huile, qui ont fait, sur le chemin de fer de Leipzig à Dresde, un parcours de 4,500 kilomètres sans trace apparente d'usure. M. Busse en a depuis modifié la construction; le coussinet en bois est réduit à une pièce de 3^c,5 de largeur, dans laquelle sont percés trois trous, l'un pour le passage de l'huile, les deux autres garnis de chevilles en os, qui portent sur les collets de la fusée; l'alliage est coulé sur la fusée même, dans la boîte à graisse disposée comme sur le chemin de fer de Hannovre, et enveloppe complètement le bois qui lui sert de

noyau. Ces derniers coussinets ne diffèrent de ceux de Hannovre que par la composition du métal et par l'interposition des chevilles en os qui portent sur les extrémités de la fusée. M. Busse annonce cette modification dans une circulaire du mois de juillet 1845; il résulte de cette date que l'alliage d'antimoine et de plomb pour la fabrication des coussinets continue à jouir d'une grande faveur, après plus d'une année d'expérience.

On m'a indiqué encore d'autres compositions d'alliages anglais ou américains, dont on fait beaucoup d'éloges, mais que je crois inutile de reproduire, n'ayant aucune donnée sur leur usage. Il paraît néanmoins résulter de tous les renseignements que j'ai recueillis, que l'alliage ordinaire d'étain et de bronze est le moins convenable de tous ceux qu'on peut composer, quoique jusqu'ici son usage soit encore presque général. Il serait bien désirable qu'une compagnie de chemin de fer fit, en France, des essais complets sur les principaux systèmes de boîtes à graisse et de coussinets, qui ont été proposés et mis en expérience sur divers chemins étrangers.

Ressorts de
suspension.

Les voitures construites d'après le système anglais, belge ou américain, ont pour la plupart des ressorts ordinaires à feuilles jointives; cependant, on a essayé sur plusieurs chemins des ressorts à feuilles

isolées les unes des autres par des tasseaux. Dans le duché de Bade, quelques voitures avaient, à l'époque de ma visite, des ressorts de ce genre, présentant la forme arquée des ressorts ordinaires, mais à feuilles séparées en contact seulement par leurs extrémités; ces voitures sont très-douces. Cette propriété ne tient pas seulement à la suppression des frottements durs qui se produisent au contact des feuilles; cela tient avant tout à ce qu'en diminuant le nombre des feuilles, sans changer les dimensions du ressort, on améliore ses proportions et on lui donne plus d'élasticité. Il n'y a pas d'inconvénient à diminuer la force des ressorts, lorsque les plaques de garde sont disposées de manière à s'appuyer, en cas de rupture, sur les boîtes à graisse; les tampons de choc sont assez larges pour compenser les inégalités de hauteur qui peuvent résulter de l'inégalité de charge. En séparant les feuilles des ressorts, ou plus exactement, en diminuant leur rigidité, par l'adoption de meilleures proportions entre l'épaisseur totale du métal au milieu et aux extrémités, on économise sur les frais de première construction, on diminue pour les voyageurs la fatigue des longs voyages, et on préserve le matériel d'une destruction d'autant plus rapide qu'il est soumis à des secousses plus brusques et à des chocs plus durs. On doit donc considérer l'application des ressorts à feuilles isolées comme une amélioration très-importante dans la construction des voitures. Il est du

reste très-probable qu'on arriverait au même résultat, en diminuant au milieu l'épaisseur des ressorts ordinaires, qui souvent n'ont de flexibilité qu'aux extrémités. Les tentatives que l'on a faites avec succès sur un grand nombre de chemins de fer, semblent démontrer qu'on s'était exagéré l'importance de la force qu'il convenait de donner aux ressorts, comme on s'était exagéré l'importance des plaques de garde, que l'on réduit maintenant au rôle de simples appareils de sûreté, pour maintenir la liaison de la voiture aux boîtes à graisse en cas de choc ou de rupture des ressorts.

Sur les chemins de Bavière et de Hannovre, on fait exclusivement usage de ressorts à feuilles parallèles ; ces feuilles de même longueur, isolées au milieu par des tasseaux en bois, sont enroulées à leurs extrémités sur des boulons compris entre les deux branches d'un étrier, et s'appuyent les unes sur les autres au moyen de coussinets métalliques. Les voitures sont suspendues aux extrémités des ressorts par des menottes en fer.

Les ressorts employés en Bavière, pour le nouveau matériel des chemins de fer de l'État, reposent immédiatement sur la boîte à graisse, à laquelle ils sont fixés par quatre boulons. Les feuilles ont 1^m,000 de longueur, 0^m,077 de largeur, 0^m,010 d'épaisseur au milieu, et 0^m,006 aux extrémités ; elles sont au

nombre de quatre seulement. Les plaques de garde sont simples, et n'ont de jeu que dans le sens latéral à la boîte à graisse.

Sur le chemin de fer de Hannover, les ressorts ont une forme semblable; les feuilles sont au nombre de cinq ou de six; elles ont 1^m,20 de longueur, 0^m,100 de largeur, 0^m,010 d'épaisseur au milieu, et 0^m,006 aux extrémités. Ces ressorts ne diffèrent de ceux du chemin de fer de Bavière, que par l'addition d'une ou deux feuilles, compensée par une augmentation correspondante de longueur, et sont très-flexibles. Les voitures à six roues montées avec ces ressorts, sur le chemin de Hannover, n'ont pas de plaques de garde. La charge de la voiture est appliquée sur les ressorts par l'intermédiaire de menottes en fer, attachées aux extrémités d'un sous-tendeur articulé en fer forgé et en fonte; le sous-tendeur s'appuie sur la feuille supérieure, qui transmet la pression aux feuilles inférieures. Cette pièce se compose de deux bras en fer attachés par des boulons horizontaux, formant charnière, à une plaque de fonte qui sert à fixer, au moyen de quatre boulons, le ressort sur la boîte à graisse. Les menottes de suspension étant peu inclinées sur l'horizon, dans le cas où le ressort viendrait à se rompre, ou serait soumis à un effort trop considérable, les bras du sous-tendeur s'inclineraient au-dessous de la position horizontale qu'ils occupent à l'état normal,

et viendraient se placer dans le prolongement des menottes, pour former avec elles un système de tirants rigides qui supporteraient la caisse. Dans le cas, enfin, où le ressort et le sous-tendeur se briseraient à la fois, la caisse viendrait s'appliquer sur les extrémités des quatre boulons d'attache, qu'on a eu soin d'effiler pour qu'ils pénètrent dans le bois du brancard. Sans cette dernière précaution, dont l'efficacité est du reste douteuse, l'essieu deviendrait complètement indépendant de la caisse, qui est dépourvue de plaques de garde. Les essieux peuvent converger avec facilité et obéir à toutes les inégalités de la voie; mais la suppression complète des plaques de garde est peu prudente. Ces voitures résisteraient peut-être difficilement à une collision, dont la violence ne serait pas suffisante pour faire sauter les plaques de garde d'une voiture ordinaire.

Balancier de suspension.

Sur les chemins de Bavière et de Hannovre on combine ces ressorts avec l'application d'un balancier de suspension, destiné à rendre les roues et les essieux encore plus aptes à suivre toutes les inégalités de la voie, sans que la caisse en soit affectée. Cet appareil n'a été appliqué jusqu'ici qu'aux voitures à 6 roues. Dans les deux intervalles qui séparent les roues du milieu des roues extrêmes, au lieu d'attacher les menottes au châssis, on les suspend aux extrémités d'un balancier, dont la forme est semblable à celle d'un fléau de balance. Cette dis-

position rend plus uniforme la répartition de la charge sur les 3 essieux du même côté, et permet aux roues de suivre les inégalités saillantes ou rentrantes de la voie, sans qu'elles cessent de supporter leur part de la charge. Elle facilite en outre la convergence des essieux. Sur le chemin de Hannovre, les menottes de suspension des voitures à 6 roues ont la forme d'un anneau allongé, et facilitent le déplacement des essieux dans le sens perpendiculaire à la voie. Ces voitures, dont le train est articulé dans tous les sens, et dont les ressorts de suspension sont très-élastiques, doivent évidemment avoir un mouvement très-doux; la facilité avec laquelle les roues peuvent se déplacer sous la caisse pour obéir à toutes les irrégularités de la voie, dans le sens latéral et vertical, est favorable à la conservation du matériel; mais n'a-t-on pas acheté tous ces avantages par la complication des appareils de suspension, et l'abandon de garanties de sécurité importantes? L'expérience seule le décidera. A l'époque où j'ai visité ces chemins de fer, les voitures à balanciers n'avaient encore fait que des voyages d'essai, dont on avait été très-satisfait; je n'ai pas su depuis quel avait été le résultat de leur mise en service régulier.

Les voitures à 6 roues, que j'ai désignées sous le nom de voitures allemandes, sont caractérisées par la forme toute particulière des ressorts de suspension. Ces ressorts, connus sous le nom de res-

Ressorts
d'Adam.

sorts d'Adam ou de ressorts en arc (*bow bearing springs*), sont, comme les voitures, d'origine anglaise. Ils ont exactement la forme d'un arc soutendu par sa corde. L'arc est formé de deux parties consistant chacune en une feuille d'acier, d'épaisseur uniforme, mais de largeur variable (0^m,200 au milieu et 0^m,120 aux extrémités); au sommet de l'arc, ces feuilles sont attachées par un boulon, autour duquel elles peuvent tourner, à un étrier suspendu lui-même à la boîte à graisse par un anneau demi-circulaire; aux extrémités de l'arc, elles sont attachées à la caisse par l'intermédiaire du sous-tendeur. Cette dernière pièce se compose d'une plaque fixée sur la boîte à graisse par 4 boulons, et de deux bras formés chacun de deux brides réunies par un anneau très-allongé. Les brides extrêmes se relient aux tasseaux qui maintiennent la caisse à la hauteur convenable, d'un côté par un simple boulon formant charnière, de l'autre par une menotte de suspension; elles reçoivent près de leurs extrémités les points d'attache des deux moitiés de l'arc. Ces brides sont ainsi partagées en deux parties inégales et forment un levier, dont le petit bras est sollicité par le poids de la caisse, et le grand bras par la tension du sous-tendeur. Lorsque la voiture n'est pas chargée, les deux parties du sous-tendeur forment entre elles un angle très-ouvert; lorsqu'on la charge, les deux moitiés de l'arc fléchissent par une diminution de courbure, et le sous-tendeur se rapproche de la

forme rectiligne ; la menotte de suspension se rapproche de la position verticale. Lorsque le sous-tendeur est devenu rectiligne, et qu'il dépasse cette position par suite de l'augmentation de la charge, la tension augmente, la menotte revient à son inclinaison primitive, et le sous-tendeur fait équilibre par sa tension à une partie du poids dont le ressort aurait été chargé sans cela. Plus le ressort approche de sa limite de résistance, plus le sous-tendeur le soulage ; si le ressort venait à casser, le sous-tendeur soutiendrait seul la voiture, lorsque la caisse serait assez abaissée pour que la menotte fût dans le prolongement rectiligne du bras dont elle dépend. Ces ressorts sont très-doux, ils permettent le déplacement des essieux dans le sens longitudinal et transversal.

Les freins des voitures agissent sur les roues en les déplaçant proportionnellement à la pression qu'ils exercent. Les lames de ressort sont en acier fondu, de 14^{mm} d'épaisseur ; elles cassent quelquefois, sans qu'il y ait d'autre danger que l'arcboutement d'une lame, brisée à sa partie supérieure, contre l'extrémité d'une traverse. On embrasse l'arc entier par une lanière en chanvre qui empêcherait une lame ainsi brisée de pivoter autour de sa charnière inférieure et de s'arcbouter sur les traverses. Ces ressorts ont 1^m,75 d'ouverture. Dans les voitures que j'ai vues en construction, pour prévenir les conséquences d'une rupture simultanée du ressort et du

sous-tendeur, on plaçait entre les roues, près de leurs moyeux, deux plaques de tôle découpées en forme de plaques de garde; cette précaution est indispensable.

Ces ressorts manquent de solidité; on arriverait sans doute à leur substituer avec avantage des ressorts ordinaires à feuilles jointives ou séparées, combinés avec un sous-tendeur et une seule menotte de suspension disposés de la même manière; ces ressorts jouiraient des mêmes propriétés pour le déplacement des essieux, tout en présentant plus de solidité.

L'application d'un sous-tendeur est, dans tous les cas, très-utile pour soulager les ressorts lorsqu'ils ont à supporter de très-fortes charges ou à résister à de violentes secousses.

Attelage. On a construit des ressorts de choc formés d'une seule feuille d'acier fondu, ou de deux feuilles accolées par leurs sommets. Ces ressorts sont placés en dehors des châssis et portent une traverse armée de deux tampons; on prétend qu'ils sont d'une grande utilité pour le passage des courbes, mais si cette assertion est exacte, ils sont, par contre, impropres à combattre la tendance au mouvement de lacet. On n'en a fait usage que pour le choc et non pour la traction. Ils ont l'inconvénient d'être

coûteux et peu solides, et on les remplace partout par des ressorts ordinaires à feuilles.

Les voitures du chemin de fer de Berlin à Francfort sont réunies entre elles et avec le tender par une barre d'attelage en bois, de 4 centimètres d'équarrissage au milieu. Cette barre a la forme des barres d'attelage en fer des machines; chaque extrémité, ainsi que l'œil qui s'y trouve percé, est garnie d'une armature en tôle; elle est fixée par des boulons, mobiles à la main, aux plates-formes des deux voitures consécutives. On prétend que cette barre est très-avantageuse, d'abord parce qu'elle permet de décrocher les wagons en cas d'accident, ensuite parce qu'elle se briserait spontanément, si cette manœuvre n'était pas faite assez promptement, dans le cas où la machine et le tender, ou des wagons seraient renversés.

Sur presque tous les chemins, les châssis des wagons de marchandises sont armés de ressorts de choc et de traction. Ces wagons étant souvent intercalés dans des convois avec des voitures de voyageurs, doivent être montés de la même manière, pour prévenir l'effet des secousses et des chocs. Ce motif n'est pas le seul : on admet généralement qu'il est avantageux de garnir les wagons de marchandises de ressorts de choc et de traction, pour éviter l'effet des secousses violentes, lorsqu'on démarre ou

lorsqu'on arrête brusquement. Cette opinion est parfaitement fondée, car on sait combien la rupture des crochets et des chaînes d'attelage, des chaînes de sûreté et même des traverses de châssis, est fréquente dans les convois de marchandises, et nécessite des réparations dispendieuses. Ce système, quoique plus coûteux pour les frais de premier établissement, paraît devoir être préféré au mode ordinaire d'attelage ; il permet certainement de réaliser des économies plus considérables que l'intérêt du capital dépensé, sur les frais d'entretien et sur les frais d'indemnités pour avaries de marchandises. La seule difficulté pour l'application consiste dans l'impossibilité où peut se trouver une machine, chargée jusqu'à sa dernière limite de puissance, de faire démarrer un train de wagons attelés au contact, tandis qu'elle enlèverait avec facilité un train dont les wagons, appuyés les uns contre les autres au moment de l'arrêt, ne se mettent que successivement en marche, au fur et à mesure que les chaînes d'attelage se tendent. Cette difficulté ne peut se présenter, sauf le cas exceptionnel d'arrêt en route, qu'à des stations placées sur les rampes les plus inclinées de toute la ligne, pour lesquelles a été réglée la charge du train : lorsque toutes les stations sont sur des paliers, ou sur des pentes d'inclinaison moindres que la limite maximum, cette difficulté n'est plus sérieuse. On pourrait essayer d'employer des ressorts pour la traction seule, sans atteler les

wagons au contact, et en laissant aux chaînes d'attelage leur longueur ordinaire ; mais il serait peut-être difficile de construire des ressorts capables de résister aux secousses très-brusques auxquelles sont soumis les wagons , dans un train d'une très-grande longueur.

Un fabricant de voitures de Berlin a construit récemment un wagon , à train articulé, approprié à la circulation dans les courbes de petit rayon. Ce wagon est à six roues, et chaque essieu est porté par un châssis partiel ; les trois châssis sont reliés les uns aux autres , de telle sorte que ceux de l'avant et de l'arrière peuvent pivoter autour d'une cheville ouvrière, celui du milieu étant seulement susceptible de se déplacer transversalement à l'axe de la voie , en obéissant à la réaction de rails sur les bandages coniques. C'est le train intermédiaire qui imprime aux deux autres leur mouvement de rotation, dont l'amplitude est telle que leurs essieux convergent exactement vers le centre de la courbe. Ce wagon a été essayé sur le chemin de fer de Francfort-sur-l'Oder ; on a constaté que son mouvement était très-régulier, et que les mentonnets des roues ne venaient jamais rencontrer les rails. On l'a fait pousser par des hommes dans des courbes de 53^m, et même de 20 mètres de rayon , sans qu'il fût nécessaire de développer un effort plus considérable qu'en ligne droite ; tandis que dans les mêmes cir-

Châssis
articulés.

constances , pour un wagon américain à huit roues, il faut doubler le nombre des hommes. Les essais ont été trop insuffisants pour qu'il soit possible de se prononcer sur le mérite de cette invention ; le succès à pu dépendre beaucoup de l'état des bandages encore neufs. Elle est encore fort incomplète, pour la circulation dans les courbes de très-petit rayon ; les roues étant solidaires deux à deux sur un même essieu , la conicité et le jeu de la voie sont les seuls éléments dont on dispose pour proportionner les rayons des roues à ceux des courbes.

**Panneaux
en carton.**

Pendant quelque temps on a construit en carton les panneaux des voitures de voyageurs , tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Cette matière employée en feuilles de 1^m,30 de longueur, 0^m,9 de largeur et 13 à 14^{mm} d'épaisseur, présentait de grands avantages ; elle se fixe avec facilité sur le bois , au moyen de pointes ; elle n'éprouve pas de retrait par la dessiccation , elle reçoit parfaitement la peinture et le vernis , elle est d'un emploi beaucoup plus commode que la tôle ; malheureusement elle est très-sensible à l'humidité, elle se gonfle lorsque l'eau vient à pénétrer par la tranche des feuilles , par les trous percés pour placer les poignées , boutons de portières , etc. On renonce maintenant à l'usage du carton pour l'extérieur , où l'on place des panneaux en tôle ; on le réserve pour l'intérieur.

**Roues en
bois,**

On a construit sur le chemin de fer de Bruns-

wick des roues de wagon dont les rais et les jantes sont en bois comprimé; le moyeu est en fonte et le bandage en fer comme à l'ordinaire. On attribue à ces roues la propriété d'empêcher les vibrations des essieux, que l'on considère comme une des principales causes de rupture. L'utilité de ce mode de construction n'est pas seulement problématique, les frais de construction sont évidemment plus considérables que pour les roues en fer; ce système n'a pas fait de progrès au delà du chemin de fer de Brunswick, où il n'a été appliqué qu'à un petit nombre de voitures.

Les voitures et wagons sont construits souvent, soit en totalité soit en partie, dans les ateliers des divers chemins de fer. Il y a, en outre, un grand nombre d'établissements particuliers pour la construction de cette partie du matériel. On compte parmi les principaux fabricants :

Fabriques
de voitures.

La compagnie du chemin de fer de Leipzig à Dresde;

Schmidt et Winkens à Halle;

Zoller et Pflug à Berlin;

Rauf à Berlin;

Finkerney à Breslau;

Pauwels et comp. à Aix-la-Chapelle;

Karl Borgnis à Hochst;

Reiffert et comp. à Bockenheim près Francfort-sur-le-Main;

Kessler à Carlsruhe, etc.

Prix des voitures. Le tableau ci-joint renferme le tarif des prix de la fabrique du chemin de fer de Leipzig à Dresde.

DÉSIGNATION des VOITURES.	INDICATION de la classe.	NOMBRE des PLACES.	PRIX D'UNE VOITURE MONTÉE SUR SES ROUES		
			total.		moyen par place.
			fr.	fr.	fr.
Voitures à 4 roues.....	1 ^{re}	48	6,240 à	7,720	388
Id.	2 ^e	30	5,420 à	5,865	183
Id.	3 ^e	36	3,640 à	4,750	146
Voitures à 6 roues (anglaises ou belges).....	1 ^{re}	32	8,465 à	9,275	272
Id.	2 ^e	40	6,680 à	7,795	184
Id.	3 ^e	40	5,200 à	6,680	148
Voitures à 6 roues (allemandes)...	1 ^{re}	48	11,875 à	12,615	255
Id.	2 ^e	60	6,650 à	10,390	167
Id.	3 ^e	60	5,940 à	8,465	141
Voitures à 8 roues (américaines)...	1 ^{re}	70	12,470 à	15,065	196
Id.	2 ^e	70	11,355 à	12,470	170
Id.	3 ^e	120	7,275 à	9,500	70
TONNAGE.			par tonne.		
tonnes.			fr.		
Wagons à bagages à 4 roues.....		4,5	2,375 à	3,340	635
Id. à 6 roues.....		7,5	2,860 à	6,310	611
Wagons à marchandises découverts à 4 roues...		4,5	4,560 à	4,970	392
Id. couverts à 4 roues....		4,5	1,745 à	2,155	433
Id. découverts à 6 roues....		7,5	2,963 à	2,782	336
Id. couverts à 6 roues....		12,5	7,460 à	8,535	628
Id. découverts à 8 roues....		12,5	5,570 à	7,645	528
Wagons-écuries à 4 roues.....		»	2,375 à	3,270	»
Trucks pour équipages à 4 roues.....		4,0	4,970 à	2,525	»
Wagons à bestiaux à 8 roues.....		»	5,495 à	7,645	»

On voit par les résultats de la dernière colonne, qu'en rapportant au nombre total. des places le prix de chaque espèce de voiture, il n'y a pas de différences bien sensibles pour le coût d'une place entre les divers systèmes de voitures à quatre et à six roues. Le prix d'une place dans les voitures à quatre roues de première classe ressort à un taux

exagéré, à cause du très-petit nombre des places; en comptant vingt-quatre places, ou quatre sur chaque banquette. au lieu de dix-huit, on trouverait un prix (291 fr.) plus conforme à la règle générale. Les voitures américaines présentent seules une économie marquée pour la première classe et surtout pour la troisième classe; cela tient pour la première à la simplicité extrême des voitures construites dans ce système, et pour la troisième au nombre des places disponibles; ce nombre varie de quatre-vingts à cent vingt d'après le tarif, et la moyenne donnerait 84 fr. pour le prix d'une place. Il n'y a donc pas dans les différences de prix, si ce n'est peut-être pour les voitures américaines de troisième classe, des motifs de préférence bien décisifs pour le choix de l'un ou l'autre des systèmes. L'augmentation de capacité des voitures à voyageurs est accompagnée d'une augmentation proportionnelle des prix d'achat.

Pour les marchandises, à en juger au moins par le tarif de la fabrique du chemin de fer de Leipzig, le prix des wagons, pour une tonne de charge, serait plus considérable dans le système américain que dans les autres. Ce résultat s'explique par la complication produite par l'établissement des deux avant-trains, par le prix élevé des bois de chêne de très-grande dimension nécessaires pour faire les

brancards, par la nécessité de consolider la charpente par des tirants en fer. Le système américain, pour le service des marchandises, paraît donc moins avantageux que les autres, au point de vue des frais de première construction.

CHAPITRE VII.

FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT.

Préliminaires. — 1° Grand-duché de Bade; 2° Nürnberg à Fürth; 3° Munich à Augsbourg; 4° Vienne à Gloggnitz; 5° Chemin du Nord de l'empereur Ferdinand; 6° Haute Silésie, Breslau à Oppeln; 7° Breslau à Freiburg et Schweidnitz; 8° Berlin à Francfort-sur-Oder; 9° Berlin à Stettin; 10° Berlin à Potsdam; 11° Berlin à Anhalt; 12° Magdebourg à Leipzig; 13° Magdebourg à Halberstadt; 14° Dusseldorf à Elberfeld; 15° Bonn à Cologne; 16° Chemin de fer du Rhin; 17° Leipzig à Dresde; 18° Chemin saxon-bavarois; 19° Hambourg à Bergedorf; 20° Altona à Kiel; 21° Chemin du Taunus. — État récapitulatif. — Causes de la modicité des prix. — Chemins à une seule voie. — Calcul de l'économie qui en résulte. — Gares d'évitement.

J'ai réuni dans ce chapitre le détail des dépenses faites sur plusieurs chemins de fer, dont la construction était à peu près terminée à la fin de l'année 1843. Ces renseignements sont extraits des comptes-rendus des compagnies et de divers autres documents imprimés. La plupart de ces chemins sont encore incomplets, et ne sont qu'à une voie. J'ai pensé, cependant, qu'il y avait intérêt à réunir, sur cette question, le plus grand nombre possible de données exactes.

Préliminaires.

J'ai retranché du montant total les intérêts payés

pendant la construction, pour rendre les résultats plus comparables; j'ai ramené toutes les dépenses à un kilomètre de longueur.

J'ai en outre ajouté sur quelques chemins, pour lesquels des renseignements plus récents me sont parvenus, le montant total des dépenses à la fin de l'année 1844, en ayant soin de mentionner la date à laquelle se rapportaient les résultats présentés.

1° Grand-duché de Bade.

Ce chemin, construit pour deux voies, n'en a qu'une seule de posée. Les nombres qui suivent sont extraits d'un devis dressé en 1844, pour l'estimation des dépenses nécessaires à l'achèvement du chemin sur toute sa longueur.

1° Construction du chemin proprement dit :

Par kilomètre, 117,047 fr. 81 c.

	fr.	c.
Frais d'études et de tracé.....	468	59
Acquisition des terrains (déduction faite des parcelles à revendre).....	18,112	60
Travaux de terrassement.....	28,829	50
Travaux d'art.....	20,929	78
Voie de fer. {	Forme.....	7,100 54
	Supports.....	12,338 36
	Rails.....	21,298 25
Bâtiments et installation pour le service de la voie.....	3,783	36
Clôture de la voie.....	1,113	55

DÉPENSE PAR KILOMÈTRE.

353

Frais divers (outils, barraques, dépôts de matériaux, etc.).....	3,074	28
2° Gares et stations, 30,324 fr. 49 c.		
Achat des terrains,	1,982	12
Terrassements.....	3,715	43
Plaques tournantes et changements de voie.	2,842	30
Réservoirs et alimentation des machines....	1,012	93
Bâtiments de service {		
et {		
installation. {		
Constructions.	16,924	35
Mobilier.....	881	07
Outillage des ateliers.	1,334	50
Clôture des stations.....	576	55
Frais divers, constructions provisoires	1,055	2
3° Frais de direction pour la construction ..	4,276	30
4° Matériel, 30,757 fr. 89 c.		
78 machines locomotives.....	18,029	70
949 voitures.....	12,546	36
Accessoires, outils, agrès, etc.....	181	83
Total général par kilomètre.....	182,406	49

On évalue la pose de la 2° voie à 35,240 fr. 16 c.

Et par conséquent la dépense totale, pour l'établissement complet d'un kilomètre du chemin avec ses deux voies et tout son matériel d'exploitation, à 217,646 fr. 62 c.

Ce chemin, commencé vers la même époque que celui de Bâle à Strasbourg, a présenté les mêmes facilités d'exécution.

2° Nürnberg à Fürth.

Acquisition des terrains.	12,851 ^{fr}	66 ^{c.}
Terrassements et travaux d'art.....	2,482	49
	23	

Voie de fer, forme et accessoires.....	26,978	74
Stations et bâtiments de service.....	6,769	83
Matériel, machines, voitures et outils.....	9,152	70
Chevaux.....	863	04
Frais généraux d'administration et divers....	5,471	84
Total par kilomètre.....	64,570	30

Ce chemin n'a qu'une seule voie.

3° Munich à Augsbourg.

	fr.	c.
Acquisition des terrains.....	16,208	38
Terrassements et travaux d'art.....	53,389	97
Voie de fer, forme et accessoires.....	45,856	80
Gares et stations.....	4,922	28
Matériel de traction et de transport.....	12,562	74
Frais de direction.....	6,711	38
Total par kilomètre.....	139,661	54

4° Vienne à Gloggnitz.

Dépense totale par kilomètre, non compris les travaux exécutés sur la ligne de Raab et la construction de la fabrique de machines..... 76,084 fr. 70 c.

5° Chemin du Nord de l'empereur Ferdinand.

	fr.	c.
Frais d'études et de tracé.....	1,067	49
Achat des terrains et indemnités.....	10,463	93
Terrassements et travaux d'art.....	31,760	43
Voie de fer et accessoires.....	49,338	06
Gares et stations, constructions diverses et mobilier.....	9,924	10

DÉPENSE PAR KILOMÈTRE.		355
Outillage des ateliers et mobilier d'exploitation.....	4,096	23
Matériel de traction et de transport.....	12,855	82
Frais généraux d'administration.....	1,569	14
Total par kilomètre.....	121,075	20

5° *Haute-Silésie. — Breslau à Oppeln.*

Prix de revient total par kilomètre, section de Breslau à Oppeln, au 31 décembre 1843..... 82,477 fr.

6° *Breslau à Freiburg et Schweidnitz.*

Dépense totale par kilomètre au 31 décembre 1844, y compris les intérêts et les charges mises au compte du capital..... 114,723 fr.

7° *Berlin à Francfort-sur-l'Oder.*

	fr.	c.
Achat des terrains	14,261	08
Terrassements et travaux d'art.....	21,102	51
Voie de fer, forme et accessoires.....	33,688	69
Clôtures, barrières et passages de niveau, télégraphes, poteaux indicateurs.....	1,558	10
Stations et maisons de garde.....	18,254	04
Matériel de traction et de transport.....	19,549	03
Uniformes, frais divers.....	1,833	70
Frais d'administration et de direction.....	6,218	44
Total par kilomètre.....	116,495	45

8° *Berlin à Stettin.*

	fr.	c.
Travaux d'étude.....	604	33

Achat des terrains et indemnités.....	7,885	75
Terrassements et travaux d'art.....	27,410	03
Voie de fer, forme et accessoires.....	27,931	91
Clôtures, passages de niveau, etc.....	461	31
Bâtiments.....	11,672	31
Matériel et outillage ..	15,099	21
Dépenses diverses.....	2,998	26
Frais de direction	3,087	72
Total par kilomètre.....	97,150	83

9° *Berlin à Potsdam.*

	fr.	c.
Frais d'études et dépenses antérieures à la concession	3,589	34
Achat des terrains.....	26,552	02
Terrassements et travaux d'art	32,709	24
Voie de fer.....	42,752	64
Bâtiments, ateliers, remises, barrière, etc...	34,434	45
Matériel de traction et de transport, etc...	50,985	88
Dépenses diverses, indemnités.....	1,688	40
Frais de direction.....	1,320	81
Total par kilomètre....	194,032	78

10° *Berlin à Anhalt.*

	fr.	c.
Frais d'études.....	662	38
Achat des terrains et indemnités.....	8,749	22
Terrassements et travaux d'art.....	31,274	63
Voie de fer (non compris la forme et les accessoires)	38,470	55
Gares et stations, bâtiments, plaques tournantes, changements de voie, réservoirs, machines fixes.....	9,056	25

DÉPENSE PAR KILOMÈTRE.		357
Matériel, outillage et mobilier	16,290	51
Dépenses diverses.....	2,048	81
Frais d'administration et de direction.....	2,700	92
Total par kilomètre.....	109,253	27

La dépense totale était évaluée à la fin de l'année 1844, intérêts compris, à 119,282 fr.

11° Magdebourg à Leipzig (jusqu'à la frontière de Saxe).

(Les intérêts, compris dans le même article que les frais d'études, d'achat de terrains, etc., n'ont pu être défalqués.)

Études, frais généraux, intérêt du capital pendant la construction, achat des terrains, terrassements et travaux d'art.....	fr.	c.
	45,431	87
Voie de fer et accessoires (2 voies complètes).....	59,689	63
Gares et stations (y compris la gare de Leipzig).....	9,885	11
Matériel d'exploitation.....	20,427	27
Fours à coke et dépendances.....	702	07
Ateliers de réparation et outillage	3,084	17
Total par kilomètre.....	139,220	12

Si les comptes fournis aux actionnaires en 1844 permettaient de défalquer les intérêts du capital, pendant la construction, et les frais d'établissement de la gare de Leipzig, on trouverait un prix de revient d'environ 130,000 fr. pour ce chemin, à double voie dans toute sa longueur.

12° *Magdebourg à Halberstadt.*

		fr.	c.
Achat des terrains.....		9,570	76
Terrassements et travaux d'art.....		10,092	98
Voie de fer. Pose et forme...	3,841	91	
Traverses.....	8,031	31	
Rails.....	19,389	03	
Coussinets.....	1,306	67	
Crampons et vis.	1,088	05	
	33,656	97	33,656 97
Bâtiments.....		11,328	57
Matériel.....		13,902	45
Frais généraux et divers.....		3,240	66
Total par kilomètre.....		81,793	39

13° *Dusseldorf à Elberfeld.*

		fr.	c.
Établissement du chemin et de la voie de fer.		168,914	76
Gares et stations, matériel, dépenses diverses.....		52,358	07
Frais d'administration.....		8,207	15
Total par kilomètre.....		229,479	98

14° *Bonn à Cologne.*

		fr.	c.
Frais d'études.....		701	87
Achat des terrains et indemnités.....		29,742	14
Terrassements et travaux d'art.....		13,771	42

DÉPENSE PAR KILOMÈTRE.

359

Voie de fer. —	Forme.....	3,073	21		
	Rails.....	19,039	50		
	Traverses.....	6,219	60		
	Coussinets, che-				
	 villes, coins,				
	 etc.....	1,984	20	32,779	01
	Pose	1,442	73		
	Passages de ni-				
	 veau, mai-				
	 sons de gar-				
	 des, etc.....	1,009	76		
Gares et stations, plaques tournantes, chan-	gements de voie, etc.....			11,212	83
Clôtures				1,276	51
Ateliers, bâtiments, machines et outillage...				2,963	63
Matériel de traction et de transport.....				22,088	41
Mobilier des stations.....				1,003	94
Total par kilomètre.....				115,533	76

15° Chemin de fer du Rhin.

	fr.	c.
Frais d'études	1,271	16
Achat des terrains et indemnités	23,892	92
Construction du chemin, terrassements , tra- vaux d'art et voie de fer (y compris le plan incliné)	253,325	99
Matériel et outillage	24,155	59
Comptes à régler	5,055	15
Frais d'administration et de direction . . .	9,265	86
Total par kilomètre	316,966	67

**A la fin de l'année 1844, le prix de revient, tous frais
compris, s'élevait à..... 376,444 fr.**

16° Leipzig à Dresde.

	fr.	c.
Construction du chemin de fer, terrains, terrassements, travaux d'art et voie de fer.	160,427	69
Bâtiments et constructions diverses	9,284	13
Matériel de traction.....	10,092	61
— de transport.....	8,536	35
Outillage, mobilier et approvisionnements...	8,071	40
Total par kilomètre.....	196,412	18

17° Chemin de fer saxon-bavarois.

	fr.	c.
Frais d'études.....	980	75
Achat des terrains et indemnités.....	15,804	42
Travaux d'art et terrassements.....	59,613	34
Voie de fer	28,690	00
Bâtiments et constructions diverses... ..	15,315	84
Matériel de traction et de transport et outillage.....	18,918	37
Fours à coke et outillage.....	424	66
Frais d'administration et de direction.....	4,707	77
Total par kilomètre....	144,455	15

18° Hambourg à Bergedorf.

	fr.	c.
Achat des terrains.....	61,685	73
Construction du chemin et de tous ses accessoires	147,744	00
Outillage et mobilier.....	3,611	76
Total par kilomètre.....	213,041	49

19° *Altona à Kiel.*

Dépense totale par kilomètre jusqu'à la fin de l'année
1844. 104,070 fr.

20° *Chemin de fer du Taunus.*

Dépense totale par kilomètre jusqu'à la fin de l'année
1844. 176,929 fr.

État récapitulatif.

Noms des chemins de fer.	Prix de revient par kilom.	
	fr.	c.
Grand-duché de Bade (les deux voies complètes).....	217,646	00
Nürnberg à Fürth.....	64,570	30
Munich à Augsbourg.....	139,651	54
Vienne à Gloggnitz.....	276,084	70
Haute-Silésie (Breslau à Oppeln).....	82,477	00
Breslau à Freiburg (intérêts compris, fin 1844).....	114,723	
Berlin à Francfort-sur-l'Oder.....	116,495	45
Berlin à Stettin.	97,150	83
Berlin à Potsdam.....	194,032	78
Berlin à Anhalt.....	109,253	27
Magdebourg à Leipzig (intérêts compris)....	139,220	12
Magdebourg à Halberstadt.....	81,793	39
Dusseldorf à Elberfeld.....	229,479	98
Bonn à Cologne.....	115,533	76
Rhénan (tous frais compris, fin 1844).....	376,444	00
Leipzig à Dresde.....	196,412	15
Saxon-bavarois.....	144,455	15
Hambourg à Bergedorf.....	213,041	49
Altona à Kiel (tous frais compris).....	104,070	00
Taunus.....	176,929	00

Causes
de la modicité
des prix.

Les détails qui précèdent font voir, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer, combien les frais d'établissement des chemins de fer allemands ont été en général peu considérables ; cela tient avant tout aux remarquables facilités d'exécution qu'a présentées le relief du sol, dans presque tous les cas. J'ai déjà signalé, comme l'une des causes de la modicité de ces prix, le peu d'élévation du prix de la voie de fer ; il faut y joindre le bon marché des terrains et de la main-d'œuvre.

Un hectare de terrain a coûté en moyenne :

	fr.	fr.
Sur le chemin de Bade, de	5,752	à 11,956
— Haute-Silésie	2,909	
— Berlin à Francfort.....	4,304	
— Anhalt.....	3,900	
— Berlin à Stettin.....	2,865	
— Magdebourg à Leipzig.....	3,310	
— Dusseldorf à Elberfeld.....	4,347	
— Rhénan.....	5,916	
— Saxon-Silésien.....	3,312	

Dans ces moyennes sont compris les frais d'acquisition des terrains aux abords ou dans l'intérieur des villes.

On a payé une journée de terrassier :

	fr.	c.	fr.	c.
Sur le chemin de Bade.....	1	18	à 1	58
— Nürnberg à Fürth.....	0	72	à 1	07
— Haute Silésie.....	0	75		

—	Rhénan.	1	50
—	Dusseldorf à Elberfeld.	1	25
—	Berlin à Stettin (1 terr. à la tâche).	1	50

Le seul point en France, sur les chemins de fer en exploitation, où les facilités d'exécution présentent quelque analogie avec celles qu'on a rencontrées dans la construction des chemins de fer allemands, est le plateau de la Beauce, avec cette différence encore, que presque partout en Allemagne on a trouvé à pied d'œuvre les matériaux nécessaires pour la construction de la forme. Les remarques qui précèdent s'appliquent aux frais d'établissement des chemins de fer, que je suppose complétés par la pose de la seconde voie.

Parmi les prix de revient qui viennent d'être cités, il y en a un grand nombre qui se rapportent à des chemins sur lesquels on n'a posé qu'une seule voie. Dans ce cas, on a toujours acheté les terrains, et le plus souvent exécuté les terrassements et construit les ouvrages d'art pour une double voie. Lorsque les grandes lignes de chemins de fer seront terminées, on s'occupera de construire, en France, les lignes secondaires; beaucoup d'entre elles pourront être construites avec une seule voie. L'exemple de l'Allemagne prouve que, sur une ligne isolée où la circulation est peu active, l'exploitation à une seule voie ne présente pas d'inconvénients sérieux, soit

Chemins
à une seule
voie.

au point de vue de la régularité du service, soit au point de vue de la sécurité publique. Il faudra, dans beaucoup de cas, acheter les terrains et construire les principaux ouvrages d'art, tels que ponts, viaducs, tunnels, etc., pour deux voies; l'économie qui en résultera pour les frais d'établissement ne sera pas alors très-considérable; elle portera seulement sur la diminution du cube total des terrassements et sur la seconde voie; mais elle entraînera en déduction une légère augmentation de frais d'exploitation. Cette économie pourra néanmoins suffire pour motiver l'adoption de ce système. Toutes les dépenses nécessaires pour préparer la pose de la seconde voie, sans qu'il devienne nécessaire de recommencer la construction du chemin, devront être faites lorsque ces lignes secondaires seront destinées à se prolonger à de grandes distances, à recevoir des embranchements, ou à développer un trafic très-considérable. Il y a cependant des cas où les chemins de fer pourront être construits d'une manière définitive à une seule voie; lorsqu'ils aboutiront à des impasses, sans prolongement possible, ou lorsqu'ils serviront à relier deux lignes principales dans une direction où la circulation des voyageurs ou des marchandises ne pourra jamais s'établir d'une manière bien active.

Calcul de
l'économie
qui en
résulte.

L'économie sur les frais de premier établissement sera loin d'atteindre la moitié de la dépense néces-

saire pour la construction complète d'un chemin de fer à double voie; les stations et le matériel conservant la même importance, la largeur des terrains nécessaires ne sera diminuée que d'une quantité égale à la somme des largeurs de la seconde voie et de l'entre-voie, le cube des terrassements ne sera diminué que du volume d'un prisme oblique ayant cette largeur pour base, puisqu'il faudra toujours ménager un talus de chaque côté pour prévenir l'éboulement des terres, dans les déblais et dans les remblais; les ouvrages d'art auront toujours deux parements extérieurs, et n'éprouveront qu'une diminution de largeur, dans le sens transversal à l'axe du chemin, égale à la diminution de largeur en couronne.

D'après les nouveaux cahiers de charges, on peut établir de la manière suivante la largeur totale du chemin, à double voie et à simple voie, dans les différentes circonstances que présentera le profil :

1° Au niveau du sol.

	Chemin à double voie.	Chemin à simple voie.	Rapport des largeurs totales.
Voies.....	2 ^m ,90	1 ^m ,45	} 0,692
Entrevoie.....	1,80	0,00	
Largeur des rails.....	0,24	0,12	
Accotements.....	3,00	3,00	
Emplacement des fossés et clôtures.....	3,00	3,00	
Total.....	10,94	7,57	

2° En remblai de 2 mètres de hauteur.

Largeur totale en plaine....	10,94	7,57	} 0,774
Base des talus à 45°.....	4,00	4,00	
Total.....	14,92	11,57	

3° En remblai de 4 mètres de hauteur.

Largeur totale en plaine....	10,94	7,57	} 0,822
Base des talus.....	8,00	8,00	
Total.....	18,94	15,57	

4° En déblai de 2 mètres de hauteur.

Voies, entrevoies et rails... ..	4,94	1,57	} 0,758
Accotements.....	2,00	2,00	
Fossés et clôtures... ..	3,00	3,00	
Base des talus.....	4,00	4,00	
Total.....	13,94	10,57	

5° En déblai de 4 mètres de hauteur.

Largeur en déblai de 2 ^m . .	13,94	10,57	} 0,812
Augmentation de base des talus.	4,00	4,00	
Total.....	17,94	14,57	

Quelque favorable que soit le tracé, il résulte de ces exemples que la diminution de la superficie des terrains, lorsqu'on supprime une voie, n'atteint pas 30 pour 100; si l'on tient compte de la superficie des stations, qui reste la même et dont les terrains

sont très-coûteux, de la nécessité d'acheter des parcelles entières dont l'excédant n'est revendu qu'avec perte, etc., on ne peut pas évaluer l'économie en argent, sur l'achat des terrains, à plus de 25 pour 100.

Le cube des terrassements diminue seulement :

de 33,9 p. 0/0	en remblai	de 2 mètres;
de 28,2	—	de 4 mètres;
de 30,8	en déblai	de 2 mètres;
de 26,0	—	de 4 mètres.

On peut, en ayant égard aux frais généraux et d'installation, qui restent les mêmes, admettre que l'économie sur les terrassements ne dépasse pas en moyenne 30 pour 100.

Il est évident, en outre, qu'en réduisant d'environ 40 pour 100 la largeur des ouvrages d'art, on n'économise pas 30 pour 100 sur les frais de construction qu'ils nécessitent.

Pour faire l'application de ces données, je supposerai un chemin de fer établi dans des conditions analogues à celui du grand-duché de Bade; on aurait pour les dépenses, dans les deux systèmes différents :

	A double voie.	Rapports.	A simple voie.
Frais d'études.....	1,000	1,00	10,000
Terrains.....	20,000	0,75	15,000
Terrassements.....	30,000	0,70	21,000
Travaux d'art.....	20,000	0,70	14,000

Forme	12,000	0,50	6,000
Voie de fer	70,000	0,50	35,500
Changements de voie, plaques tournantes..	4,000	1,00	4,000
Clôture	3,000	1,00	3,000
Gares et stations.....	25,000	1,00	25,000
Matériel.....	30,000	1,00	30,000
Frais de direction.....	5,000	1,00	5,000
Total	220,000	0,723	159,000

Il y aurait donc, dans ce cas, une économie de 28 pour 100 sur les frais d'établissement, en construisant le chemin de fer pour une seule voie. Pour un chemin tracé sur des terrains plus chers, et présentant des difficultés d'exécution assez grandes pour augmenter de 70,000 fr. le prix des terrassements et des travaux d'art, de telle sorte que le prix de revient fût porté à 300,000 fr., ainsi qu'on l'admet généralement en France, le rapport des dépenses nécessaires dans les deux systèmes changerait peu, et deviendrait égal à 71,3 pour 100. Ce rapport augmenterait considérablement pour des chemins de fer de peu de longueur, et pour lesquels les gares extrêmes entreraient pour de fortes sommes dans la dépense totale.

On ne doit donc pas espérer une économie de plus de 30 pour 100 sur les frais de premier établissement, lorsqu'on sacrifie toutes les chances que

réserve l'avenir, en construisant des chemins à une seule voie. Cette économie vaut certainement la peine qu'on la réalise lorsque les circonstances le permettent; mais il sera toujours prudent d'acheter les terrains pour deux voies, ce qui n'augmentera que de 3,5 pour 100 le prix de revient d'un chemin de fer à une voie, coûtant par kilomètre 215,500 fr., au lieu de coûter 300,000 fr. s'il était à deux voies.

On ne doit pas perdre de vue que l'adoption du système d'exploitation à une seule voie entraîne nécessairement, pour le service, un surcroît de dépenses en aiguilleurs, gardes-lignes, appareils pour les signaux, etc.

Dans les cahiers de charges de plusieurs chemins de fer français, qui autorisent l'exploitation sur une seule voie, on trouve une clause qui détruit une partie des avantages que l'on peut retirer de la construction des chemins de fer dans ce système, et qui, loin de garantir la sûreté de la circulation, la compromet sérieusement. On a autorisé certaines compagnies à ne poser qu'une voie, à la condition d'établir des gares d'évitement, d'une longueur égale au moins au quart de la ligne entière; ces gares d'évitement, qui ne peuvent avoir d'autre destination que de permettre la compensation des retards par le parcours momentané de l'un des deux trains marchant en sens contraire sur la voie d'évitement,

Gares
d'évitement.

n'existent sur aucun des chemins de fer allemands. Le croisement a toujours lieu à une station principale; chaque train est amené par un mouvement d'aiguilles sur la voie de stationnement qui lui appartient, suivant la direction de sa marche; il y reste jusqu'à ce que le train qui marche en sens contraire y soit arrivé, et il ne peut repartir que sur l'ordre du chef de la station. Dans ce système, il n'y a pas d'erreur possible; le chef de la station de croisement sait, d'après les ordres de service, quelle doit être la position de chaque train sur la ligne; il ne doit laisser partir un des deux trains que lorsque le second est arrivé; il s'assure s'il n'est pas resté de wagons en route; tous les agents, jusqu'au simple aiguilleur, sont à même d'apprécier si le train ne part pas avant l'arrivée du train croiseur. Lorsqu'un train extraordinaire est lancé sur la ligne, ou lorsque le service est modifié, c'est le chef de station, agent d'un ordre supérieur, qui a reçu les ordres et qui veille de sa personne à leur exécution. Dans le système adopté en principe, en France, la sûreté des trains serait subordonnée à l'intelligence d'agents secondaires, tels que le mécanicien, le conducteur chef de convoi, et l'aiguilleur placé à l'extrémité de la voie d'évitement; un convoi parti de la station avant le passage du convoi qui doit le croiser pourrait se lancer avant son arrivée sur la voie commune; il partirait sans autre garantie que des ordres donnés verbalement à des agents toujours disposés

à l'interprétation. Cette clause onéreuse, et en même temps dangereuse pour la sécurité publique, si l'on adoptait le système d'exploitation qu'elle comporte, devrait donc désormais disparaître des cahiers de charges.

Je traiterai plus complètement, dans les chapitres suivants, tout ce qui se rapporte à l'exploitation des chemins de fer à une seule voie.

CHAPITRE VIII.

EXPLOITATION.

Organisation générale. — Chemin de Vienne à Gloggnitz. — Règlements de service. — Instructions générales. — Division du chapitre. —

1^{re} SECTION. ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA VOIE. — Gardes-ligne. — Frais d'entretien. — Écartement des gardes-ligne. — Piqueurs et conducteurs. — Règlement des piqueurs, des gardes-ligne. — Signaux. — Chemins de fer de Munich à Augsbourg, de Vienne à Gloggnitz. — Télégraphes ordinaires. Livret des signaux. Signaux de nuit. Télégraphe de Treutler. Télégraphe électrique. Service de secours. —

2^e SECTION. EXPÉDITION ET TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES. — § 1^{er}. *Expédition.* — Ensemble du service. — Système du chemin de fer de Leipzig à Dresde. 1^o *Voyageurs*: billets; timbre; comptabilité des receveurs; moyens de contrôle; distribution des billets; statistique du mouvement; précautions contre la fraude; changement des billets. 2^o *Bagages*: bulletins; enregistrement; chargement; distribution; bulletins égarés. 3^o *Marchandises*: comptabilité; lettres de voiture; vérification et pesage; enregistrement; feuilles de route; contrôle; récapitulation; règlement des comptes; livraison; camionnage; délai pour le transport; assurance; circulation sur plusieurs chemins. — Service des locomotives. — Renseignements divers. — Échange des voyageurs. — Contrôle en route. — § 2. *Transport.* — Nature et nombre des trains. — Heures de départ. — Croisement des trains. — Gares d'évitement. — Voitures de voyageurs. — Usage du tabac. — Chevaux et bestiaux. — Marchandises. — Charge des trains. — Wagons de sûreté. — Fermeture des voitures. — Signaux sur les trains; timbres; garde sur le tender; sifflet de la machine; sifflet à air comprimé. — Arrêts aux stations. — Vitesse. — Chauffage des voitures. — Interruptions du service par la neige. — Règlement des conducteurs de trains. — Entretien des voitures. —

3^e SECTION. TRACTION. — Organisation du service; chemin de Vienne à Gloggnitz. — Livret des machines. — Instructions pour les mécaniciens. — Examen des mécaniciens. — Primes. — Salaires. — Combustible. — *Frais de traction sur seize chemins de fer.* 1^o Nürnberg à Fürth; 2^o Munich à Augsbourg; 3^o Vienne à Gloggnitz; 4^o Nord de l'empereur Ferdinand; 5^o Haute Silésie; 6^o Breslau à Freiburg; 7^o Berlin à Francfort-sur-l'Oder;

8° Berlin à Stettin; 9° Berlin à Potsdam; 10° Anhalt; 11° Magdebourg à Leipzig; 12° Dusseldorf à Elberfeld; 13° Bonn à Cologne; 14° Rhénan; 15° Leipzig à Dresde; 19° Saxon-Bavarois. — Résumé.
— Détente variable.

L'exploitation comprend tous les services qu'il est nécessaire d'organiser, après la construction d'un chemin de fer, pour effectuer le transport des marchandises et des voyageurs. On peut la diviser en trois branches principales : 1° *l'entretien et la surveillance de la voie*; 2° *l'entretien du matériel et la traction*; 3° *le mouvement des voyageurs et des marchandises*.

Organisation
générale.

Sur une grande ligne, on peut sans inconvénient séparer la première branche de service des deux autres; on peut à la rigueur en séparer aussi l'entretien de grande réparation et de renouvellement du matériel, surtout lorsqu'il y joint la fabrication des machines et des voitures, comme sur le chemin de Vienne à Gloggnitz; mais, dans tous les cas, la traction, ou le service des machines locomotives en activité, est inséparable de l'exploitation proprement dite. Ces divisions ne sont, du reste, sans inconvénient qu'autant que les divers services auxquels elles correspondent viennent se coordonner entre les mains d'un directeur technique ou ingénieur en chef, dont l'autorité est nécessaire pour empêcher tout conflit d'attributions.

Chemin
de Vienne à
Gloggnitz.

L'organisation du personnel du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz présente quelque chose d'analogue à ce système de répartition des attributions. En descendant l'échelle hiérarchique on trouve :

1° *Le conseil d'administration* composé de 10 membres, représentant la compagnie en toutes circonstances ;

2° *L'ingénieur en chef, secrétaire général* auquel tous les autres employés sont subordonnés ;

3° *Les ingénieurs de section ;*

L'agent commercial,

Le directeur de la fabrique de machines.

Les attributions de ce dernier sont limitées aux ateliers de construction et de grande réparation dont il est le chef. Les ingénieurs de section sont chargés de la partie technique de l'exploitation et de l'entretien de la voie, chacun sur une partie ou section du chemin ; ils ont sous leurs ordres les chefs des ateliers d'entretien et de petite réparation, les mécaniciens conducteurs de locomotives, les chefs de trains et conducteurs, les inspecteurs de la ligne et les gardes-ligne.

L'agent commercial est chargé de la comptabilité et de l'expédition des voyageurs et des marchandises, jusqu'au moment du départ et depuis le moment de l'arrivée des trains.

L'organisation de l'administration varie d'un chemin à l'autre, et comme la plupart des lignes en exploitation n'ont encore que peu d'importance, toutes les parties du service sont généralement confiées à un chef unique, sous la surveillance immédiate d'un conseil d'administration actif qui prend le nom de *direction*, et qui est lui-même subordonné à un conseil supérieur qui n'a pas d'analogue dans l'organisation de nos compagnies industrielles. Ce chef de service, dont le titre varie d'un chemin de fer à l'autre (directeur spécial, commissaire de l'exploitation, délégué, etc., etc.), n'a sous ses ordres que des agents secondaires, entre lesquels les diverses fonctions peuvent être divisées sans inconvénient.

Chaque branche de service a ses instructions ou Règlements. ses règlements imprimés servant en même temps de livret pour les agents inférieurs, tels que gardes-ligne, conducteurs, mécaniciens, etc. Ces règlements sont souvent très-nombreux ; ainsi, l'on trouve sur le chemin de Breslau à Freiburg et Schweidnitz :

Le règlement des chefs de station,

- » *des receveurs aux voyageurs,*
- » *des receveurs aux bagages,*
- » *des receveurs aux marchandises,*
- » *des conducteurs chefs de trains,*
- » *des conducteurs de trains,*

*Le règlement des gardes-ligne,
» des mécaniciens,
un règlement de police,
et un livret de signaux.*

Sur le chemin de Berlin à Francfort il n'existe pas moins de 19 règlements séparés pour les agents et ouvriers de tous les services, pour la police, la correspondance, etc. Quelques-uns de ces règlements sont à la vérité de simples ordres du jour, réglant des détails spéciaux de service.

Je placerai successivement au lieu convenable la traduction de différents règlements de service, pour donner une idée des principes adoptés en Allemagne; je prendrai pour exemple le chemin de fer de Hannovre à Brunswick, l'un des plus récemment livrés à la circulation. Je commencerai par reproduire ici les instructions générales applicables à tous les employés de ce chemin.

Instructions générales. *Instructions générales pour tous les employés des chemins de fer de Hannovre.*

ART. 1^{er}. — Tout employé au service de la direction des chemins de fer du royaume de Hannovre contracte, par le fait même de son entrée dans l'administration, l'engagement de s'acquitter du service qui lui est confié avec exactitude et fidélité, de se conformer scrupuleusement, dans l'exercice de ses fonctions, à toutes les instructions de service écrites ou imprimées, qui lui sont transmises, ainsi qu'à toute modification ou toute extension que la direction du chemin de fer se réserve d'y apporter en tout temps,

de ne jamais prétexter d'ignorance au sujet de ses devoirs pour excuser ses fautes.

ART. 2. — Tout employé doit faire preuve, dans son service, de moralité, de sobriété, d'ordre, de bonne tenue, de bon caractère, et particulièrement de politesse et de prévenance à l'égard du public.

ART. 3. — Tout employé du chemin de fer est responsable de l'accomplissement de ses devoirs vis-à-vis de son supérieur immédiat, et vis-à-vis de la direction.

ART. 4. — Quoique chaque branche de service ait ses employés spéciaux, tous sont tenus de se prêter assistance mutuelle en cas de nécessité, et toutes les fois que le bien du service l'exige.

ART. 5. — Tout ordre donné par un supérieur en service, même lorsqu'il n'est pas d'accord avec les ordres généraux ou les instructions de service, doit trouver obéissance de la part du subordonné. — Toutefois, celui-ci doit, en pareil cas, en donner connaissance au supérieur immédiat de l'employé qui lui a donné cet ordre spécial, et dans les cas importants à la direction du chemin de fer ou au chef de service qui la représente.

ART. 6. — Tout rapport ou avis adressé à un employé doit, sauf l'exception ci-dessus, lui être transmis par l'intermédiaire de son supérieur immédiat.

ART. 7. — Tout employé qui a dû donner un ordre s'écartant des prescriptions ordinaires, en est responsable, et doit en donner connaissance à son supérieur immédiat.

ART. 8. — Quiconque reçoit un ordre d'un employé d'un ordre plus élevé que son supérieur immédiat, doit s'y conformer, et en même temps en donner avis à celui-ci dans le plus bref délai.

ART. 9. — Tout agent qui a des plaintes à faire contre un de ses supérieurs doit s'adresser au supérieur immédiat de celui-ci, ou suivant les circonstances à la direction.

ART. 10. — Tout employé qui contrevient aux instructions ou aux ordres qui lui sont donnés, est responsable des conséquences qui en résultent.

Toute contravention est punie , sans préjudice des poursuites civiles ou criminelles , du renvoi ou d'une amende proportionnée à la gravité de la faute.

Ces peines seront appliquées conformément à un règlement particulier sur les peines disciplinaires , dont chaque employé prendra connaissance.

ART. 11. — Toute faute ou négligence grave peut entraîner la mise à pied ou le renvoi ; ces peines seront appliquées particulièrement pour cause d'ivrognerie , de fraude ou de manque d'égards vis-à-vis du public.

ART. 12. — Tout agent est tenu de signaler tout manquement au service , dont se rendrait coupable un employé du chemin de fer , au chef immédiat de celui-ci , afin qu'il y mette ordre ; quiconque néglige de le faire est responsable des conséquences qui peuvent en résulter.

ART. 13. — Tout employé du chemin de fer doit porter constamment sur lui ses instructions imprimées , et tenir en outre un carnet de service , sur lequel seront inscrits par extrait tous les ordres de service non compris dans lesdites instructions. — Le chef de l'agent inscrira lui-même ces ordres sur son carnet , ou les fera inscrire en sa présence. — Ce carnet de service doit être reproduit à toute réquisition.

ART. 14. — Les agents préposés au maintien de l'ordre et à la sûreté publique sur le chemin , dans les gares ou sur les convois , sont : les chefs de station ou inspecteurs de station , les receveurs , conducteurs en chef , facteurs de bagages , conducteurs de trains , piqueurs , aiguilleurs , gardes-ligne , gardes-barrières , veilleurs de nuit , et leurs aides et suppléants assermentés et revêtus d'un uniforme.

ART. 15. — Tout employé doit se conformer pour son service au règlement de police , dont il doit toujours porter sur lui un exemplaire.

ART. 16. — Comme en vertu du § 32 du règlement de police et de l'art. 74 de la loi du 19 novembre 1840 , les rapports officiels ou procès-verbaux des agents de surveillance du chemin de fer font preuve dans certains cas , et qu'au contraire de faux rapports en-

traîneraient le renvoi ou une punition sévère, il est recommandé aux employés d'apporter la plus grande attention dans leurs dépositions et dans la rédaction de leurs procès-verbaux.

ART. 17. — L'autorité à laquelle doit être déférée toute contravention au règlement de police, est celle dans la circonscription de laquelle la contravention a été commise.

ART. 18. — En général, il suffit, pour déférer une contravention à l'autorité, que le nom du contrevenant puisse être indiqué avec certitude. — Si le nom ne peut pas être connu, l'agent de surveillance doit arrêter le contrevenant et le conduire lui-même devant l'autorité.

ART. 19. — Le contrevenant peut être appréhendé au corps et conduit devant l'autorité, dans les cas suivants :

1° Si c'est un vagabond ou s'il cherche à échapper par la fuite aux conséquences de sa contravention ;

2° S'il y a péril imminent ;

3° Si le délinquant est pris sur le fait, ou s'il est nécessaire de recourir à cette extrémité pour assurer la punition du délit ou empêcher qu'il se continue.

ART. 20. — Les employés, au lieu de conduire en personne le délinquant devant l'autorité, ce qui doit se faire sans retard, peuvent charger de ce soin les ouvriers du chemin de fer en leur donnant une délégation par écrit.

ART. 21. — Dans la règle, les délits doivent être dénoncés par écrit et sans délai, à l'autorité, par les chefs et inspecteurs de stations, et les piqueurs ou chefs gardes-ligne. — Les aiguilleurs et gardes-ligne rendent compte des contraventions qu'ils ont constatées au piqueur de leur section, les autres agents au chef ou surveillant de la station la plus voisine de celle où la contravention a été commise.

En cas de presse seulement l'agent peut s'adresser directement à l'autorité, mais en même temps il doit en donner avis à ses supérieurs.

ART. 22. — Les devoirs particuliers aux employés de chaque branche de service seront l'objet de règlements spéciaux.

Ces prescriptions générales se retrouvent sur la plupart des chemins de fer allemands, sans différences essentielles.

Division
du chapitre.

Après ces premières indications générales, je diviserai ce qui me reste à dire sur l'exploitation en trois sections :

1^o *Entretien et surveillance de la voie;*

2^o *Expédition et transport des voyageurs et des marchandises;*

3^o *Traction.*

Cette division naturelle introduira plus d'ordre dans la description et en facilitera l'intelligence.

1^{re} SECTION. — ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA VOIE.

Gardes-ligne.

Les gardes-ligne chargés de la surveillance et de la police du chemin, de la transmission des signaux, etc., font en même temps le service de cantonniers pour les petites réparations d'entretien; ils resserrent les coins, renfoncent les chevilletes ou crampons en fer, entretiennent les fossés et les talus, etc. Il y a en outre des équipes d'ouvriers poseurs pour les réparations importantes; ce service se fait en Allemagne comme partout ailleurs et ne présente aucune particularité remarquable.

Tableau
des frais
d'entretien.

J'ai réuni en tableau quelques données numériques sur les frais annuels de l'entretien et de la

surveillance de la voie, pendant les années 1843 et 1844; j'y ai joint la date de l'ouverture de chaque chemin sur toute sa longueur, car cet élément a une influence très-marquée sur la quotité des frais; tous les résultats ont été ramenés à 1 kilomètre de la longueur du chemin.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	DATE DE L'OUVERTURE SUR toute la longueur.	FRAIS d'entretien et de surveillance (y compris l'entretien des bâtiments).	
		Année 1843	Année 1844.
		fr. c.	fr. c.
Nürnberg à Fürth.....	7 décembre 1835.	1,007 00	1,863 33
Munich à Augsbourg.....	4 octobre 1840...	946 09	»
Vienne à Glognitz.....	5 mai 1842.....	2,190 90	2,334 28
Nord de l'empereur Ferdinand.	15 août 1842.....	4,388 00	4,846 80
Berlin à Francfort.....	23 octobre 1842..	4,387 90	4,370 26
Berlin à Potsdam.....	3 octobre 1838...	2,123 02	3,756 50
Berlin à Anhalt.....	10 sept. 1841....	4,784 58	2,006 43
Magdebourg à Leipzig.....	18 août 1840....	2,310 94	2,227 80
Magdebourg à Halberstadt.....	15 juillet 1843....	»	»
Elberfeld à Dusseldorf.....	3 septembre 1841.	2,977 49	3,595 27
Rhénan	15 octobre 1843..	»	2,567 54
Leipzig à Dresde.....	7 avril 1839.....	4,758 60	2,417 47
Saxon-Bavarois.....	15 mars 1843.....	»	4,710 65
Hambourg à Bergedorf.....	17 mai 1842.....	»	2,419 60

Les nombres qui précèdent ne sont qu'approximatifs et ne sont pas rigoureusement comparables entre eux d'une année à l'autre; les matières sont assez généralement mal distribuées dans les comptes-rendus aux assemblées générales, et il n'est pas toujours possible de grouper exactement ces dépenses par nature; en outre, les résultats relatifs à l'année 1844 sont empruntés à des documents qui

ne sont eux-mêmes que des extraits de ces comptes-rendus, et ils peuvent renfermer quelques éléments que j'aurai cru devoir négliger pour l'année précédente. Néanmoins, on peut admettre que, sur les chemins de fer allemands, les frais d'entretien de la voie de fer, des terrassements, ouvrages d'art et bâtiments et de surveillance de la voie, varient annuellement de 1,500 fr. à 2,500 fr. en moyenne. Le chemin de fer d'Elberfeld à Dusseldorf dépasse seul la limite supérieure, à cause de son plan incliné, dont le câble et les poulies exigent un entretien coûteux.

Écartement
des
gardes-ligne.

Les gardes-ligne sont généralement très-multipliés sur les chemins allemands; il est nécessaire de les rapprocher plus que partout ailleurs, à cause de l'absence de clôture, et surtout à cause du système de signaux télégraphiques dont on fait généralement usage pour régler la marche des convois.

J'ai constaté sur plusieurs chemins les résultats ci-joints pour l'écartement moyen des gardes-ligne.

Breslau à Oppeln.....	824 mètres.
Breslau à Freiburg.....	622
Berlin à Francfort S. O.	1,015
Magdebourg à Leipzig.....	941
Magdebourg à Halberstadt.....	904
Saxon-Bavarois	1,155

L'écartement est réglé sur l'élévation et la netteté des signaux,

Les gardes-ligne sont sous les ordres de *pikeurs* qui sont chargés de sections de 10 à 15 kilomètres de longueur, et ceux-ci sous les ordres de *conducteurs* auxquels on donne le titre d'*ingénieurs de section*, et dont les attributions s'étendent sur une longueur de 30 à 60 kilomètres.

Piqueurs
et
conducteurs.

Je reproduis ici deux règlements des chemins de fer de Hannovre, qui feront connaître en détail les fonctions dont ces agents sont chargés sur les chemins de fer allemands.

Instructions pour les piqueurs ou chefs-gardes-ligne des chemins de fer de Hannovre.

Règlement
des
pikeurs.

ART. 1^{er}. — Hiérarchie et domicile.

Les supérieurs du piqueur sont :

- 1° Le chef de station ;
- 2° L'ingénieur de section ou son suppléant ;
- 3° Les employés inférieurs de l'exploitation ;
- 4° Les membres de la direction royale des chemins de fer.

Le domicile du piqueur est fixé par la direction. — Il ne doit pas quitter sa demeure pendant la nuit, hors de son service, sans que son supérieur immédiat en soit prévenu, et il ne doit pas s'éloigner de sa section sans permission écrite.

ART. 2. — Fonctions.

Le piqueur est chargé de maintenir sa section de chemin en bon état d'entretien, et d'y faire la police conformément aux instructions générales ou spéciales qui lui sont données. — Il est chargé de veiller à ce que les gardes-ligne accomplissent tous les devoirs tracés par les instructions de service qui les concernent, à ce qu'ils aient une bonne conduite, et s'abstiennent plus particulièrement des excès de boisson, enfin, à ce qu'ils s'occupent toujours utilement sur la voie, ainsi que les ouvriers auxiliaires qui leur sont adjoints.

Le piqueur doit avant toute chose connaître exactement les instructions des gardes-ligne, et veiller à ce que tout y soit conforme.

ART. 3. — *Ouvriers.*

La section du piqueur est partagée en subdivisions, dont chacune est confiée à un garde-ligne; les ouvriers auxiliaires nécessaires pour l'entretien de la voie lui sont donnés par l'ingénieur de section. — Dans les cas particuliers où les bras mis à sa disposition sont insuffisants, il doit en référer à l'ingénieur de section et se conformer à ses ordres. — En cas de péril imminent, il est autorisé à prendre d'urgence les ouvriers auxiliaires nécessaires; il doit aussitôt en donner avis à son chef. — Dans le cas où un garde-ligne serait malade ou hors d'état de faire son service, il doit pourvoir à son remplacement immédiat par un suppléant de son choix. — Il est chargé de fixer le temps du travail de nuit et de joindre des gardes-ligne placés sous ses ordres, et particulièrement de régler à tour de rôle le service des rondes de nuit; il doit tenir un état de leur conduite en y mentionnant les punitions qu'ils ont encourues, et le soumettre à la fin de chaque mois à l'ingénieur de section. — Tous ces rapports et avis sont transmis à l'ingénieur de section, et en son absence ou dans un cas pressant à un autre chef de service, suivant l'urgence.

ART. 4. — *Surveillance du chemin.*

Le piqueur doit surveiller sa section avec le plus grand soin, déterminer les endroits où les rails ont besoin d'être relevés, et y placer les ouvriers nécessaires. Il doit, toutes les fois que ses autres occupations le permettent, vérifier exactement le niveau et l'écartement de la voie, et pourvoir à toutes les rectifications nécessaires. Il doit, en service régulier, parcourir à pied sa section au moins une fois par jour, et pendant cette visite générale contrôler le service des gardes-ligne, entendre leurs rapports, inscrire les ordres de service dans leur carnet, vérifier fréquemment ce carnet, noter le nombre des ouvriers auxiliaires, examiner les terrassements, ouvrages d'art et voies de fer en détail, et s'assurer que les montres des gardes-ligne sont bien réglées.

ART. 5. — *Suite du précédent.*

Il transmet aux gardes-lignes tous les ordres extraordinaires, et les porte, en outre, à la connaissance des gardes et ouvriers auxiliaires.

Il exerce une surveillance spéciale sur les gardes-ligne chargés de la manœuvre des aiguilles, il visite journellement toutes les parties des changements de voie, il fait faire immédiatement toutes les réparations nécessaires ou les signale à son chef. — Il doit vérifier si les gardes-ligne connaissent exactement tous les signaux indiqués dans le tableau des signaux qu'ils ont entre les mains, même ceux qu'ils n'ont pas à transmettre eux-mêmes, — qu'ils ont une connaissance suffisante des instructions remises aux conducteurs de trains et aux mécaniciens; il doit pour cela donner des instructions verbales aux gardes-ligne et aux gardes-auxiliaires, et s'assurer, en les interrogeant, qu'ils les comprennent et ne les oublient pas.

ART. 6. — *Entretien du chemin.*

Le piqueur est chargé de pourvoir à l'entretien du chemin de fer et de toutes ses dépendances : remblais, tranchées, talus, banquettes, fossés, rampes, ponts, ponceaux, canaux, forme, coussinets, rails, boulons, coins et chevilles, changements de voie, bornes, piquets de nivellement, bornes milliaires, barrières, passages de niveau, clôtures, chemins ordinaires et ponts voisins du chemin de fer et dont l'entretien est à sa charge, poteaux indicateurs, télégraphes, tableaux d'affiches, guérites et maisons de gardes, plantations, dépôts de matériaux et outils; il doit veiller de même à ce que les propriétaires des terrains voisins du chemin de fer ne dépassent pas leurs limites, et n'exécutent aucun travail nuisible à la conservation des terrassements et ouvrages d'art. — Une attention spéciale est recommandée à cet égard dans les bois et forêts. — A l'arrivée du dégel au printemps, ou lorsqu'il tombe une pluie très-forte et très-persistante, le piqueur doit prendre les mesures pour combattre rapidement l'influence nuisible des agents atmosphériques sur la voie, les ponts, tranchées, remblais, etc., et pour prévenir toute interruption de service qui pourrait en être la conséquence.

ART. 7. — *Suite du précédent.*

Le piqueur doit s'attacher d'une manière toute particulière à faire disparaître, sans retard, tous les obstacles qui pourraient entraver la libre circulation des convois, et ne doit craindre ni peine ni fatigue, soit le jour soit la nuit, pour atteindre ce but. — Ce qui précède s'applique spécialement à l'enlèvement de la neige,

— Le piqueur doit prendre toutes ses mesures afin de pouvoir, s'il vient à tomber de la neige en abondance, lever dans les villages voisins toutes les équipes d'ouvriers nécessaires pour débarasser la voie. — Pour cela, il doit faire avec ces ouvriers toutes ses conventions à l'avance, afin qu'ils puissent, dans le cas de nécessité, accourir au premier appel. — Dans le cas où un convoi en marche éprouverait un accident ou serait arrêté par un obstacle, il doit aussitôt, la nuit comme le jour, lui porter secours avec tout son monde, et se mettre à la disposition du chef du train ou des employés supérieurs de l'exploitation qui peuvent se trouver sur les lieux; — il doit veiller à ce que les gardes-ligne transmettent le plus promptement possible les signaux nécessaires.

ART. 8. — *Suite du précédent.*

Les réparations ordinaires sont faites par le piqueur conformément aux ordres généraux de l'ingénieur de section, et sans qu'il soit obligé de prendre des instructions spéciales pour chaque cas particulier; si des réparations extraordinaires lui paraissent nécessaires, il doit en donner avis à son chef et demander des ordres; toutefois, en cas d'urgence, il doit prendre toutes les mesures nécessaires sous sa propre responsabilité, et en référer dans le plus bref délai à son supérieur.

Dans le cas où des travaux de réparation importants sont en cours d'exécution sur une partie de sa section, le piqueur doit, autant que possible et surtout pendant le passage des trains, ne pas quitter la place, et veiller lui-même à ce que tous les signaux d'arrêt ou de ralentissement pour les trains soient faits convenablement. — Il propose à l'ingénieur de section les mesures qui lui paraissent les meilleures pour réparer les dégradations éprouvées par le chemin.

ART. 9. — *Domaine.*

Le piqueur reçoit de l'ingénieur de section un état des terrains ou autres propriétés qui dépendent du chemin de fer dans l'étendue de sa section; il veille ou fait veiller par ses subordonnés à ce que ces propriétés ne soient pas endommagées, usurpées ou volées; il en surveille l'usage ou la jouissance. — Il surveille l'exécution des baux concédés par l'administration du chemin de fer et l'exécution des conventions qu'elle a faites avec les propriétaires des terrains voisins.

ART. 10. — *Outils et matériaux.*

Le piqueur reçoit tous les outils et matériaux nécessaires pour l'entretien et les réparations de sa section ; il doit en tenir un inventaire exact suivant la formule qui lui est donnée à cet effet, et tenir note des consommations et des réparations ou modifications faites aux outils. — Il doit donner avis à son supérieur de l'épuisement de ses réserves, opérer la remise des outils hors de service, et faire faire toutes les réparations nécessaires ; il adresse chaque semaine à l'ingénieur de section un rapport sur la situation de son dépôt d'outils et de matières.

ART. 11. — *Objets trouvés.*

Tous les objets trouvés sur la voie sont remis par le piqueur au chef de la station la plus voisine avec une note écrite.

ART. 12. — *Mesures de sûreté.*

Pour l'exercice de la surveillance de police, sur le chemin de fer, le piqueur se conformera aux *instructions générales et au règlement de police*.

Quand une circonstance extraordinaire empêchera la transmission régulière des signaux, le piqueur prendra toutes les mesures nécessaires pour y suppléer, par exemple, en les faisant transmettre de vive voix d'un garde-ligne à l'autre, ou en expédiant au besoin un courrier à cheval.

ART. 13. — *Suite.*

Pour ce qui concerne les mesures de précaution contre l'incendie, le piqueur doit tenir la main à ce que les gardes-ligne, conformément à leurs instructions spéciales, examinent, après le passage de chaque train, s'il n'est pas tombé des débris de matières enflammées, particulièrement dans les forêts et aux alentours des constructions ; — il doit s'assurer si les gardes-lignes, placés dans le voisinage des ponts, les visitent après le passage de chaque train et portent avec eux leur arrosoir pour éteindre les charbons tombés de la grille. — Le piqueur doit, en outre, veiller à ce que, en conformité du règlement de police, il ne soit établi, à moins de 9^m,34 du bord du chemin, aucun dépôt de matières combustibles telles que blé en gerbes, paille, foin, tourbe, lin, etc., soit sur la voie publique, soit sur les propriétés privées ; sa surveillance doit porter également sur tous les bâtiments qui sont situés à moins de 46^m,72 du chemin, et qu'il est défendu de couvrir en paille, en roseaux ou en bardeaux.

ART. 14. — *Service de nuit.*

Le piqueur dresse la liste des gardes-ligne et ouvriers auxiliaires commandés pour le service de nuit, et remet toutes les semaines à l'ingénieur de section les noms des gardiens de nuit; il doit contrôler, aussi souvent que possible, le service des rondes nocturnes, et consigner la date et les circonstances de chacune de ces inspections sur son journal.

ART. 15. — *Journal.*

Le piqueur doit consigner sur son carnet tous les détails de son service : réception, livraison ou emploi de matériaux, réparations, changements dans le service des ouvriers et dans la durée de leur travail, dégradations du chemin ou de ses dépendances, accidents, contraventions aux règlements de police, etc., etc.; il doit tenir ce registre constamment au courant et être prêt à le produire à toute réquisition. — Toutes les fois que son supérieur passe une revue de sa section, il doit mettre sous ses yeux son journal et le faire signer.

ART. 16. — *Rapports.*

Toutes les semaines, ou à tout autre intervalle qui serait fixé, le piqueur adresse à l'ingénieur de section l'état de paye des ouvriers sous ses ordres, dressé suivant une formule spéciale; — il lui fait en même temps un rapport écrit ou verbal sur les travaux exécutés ou à exécuter par les gardes ou les ouvriers auxiliaires, et sur tous les événements de la semaine; son journal lui fournit les matériaux nécessaires pour la rédaction de ce rapport. — Il fournit à l'ingénieur de section tous les renseignements, notes, etc., nécessaires pour la préparation des projets.

ART. 17. — *Suite du précédent.*

En cas d'urgence, s'il était nécessaire de s'écarter des prescriptions et des règles générales, il ne doit le faire que provisoirement, et dans tous les cas en donner avis immédiat à l'ingénieur de section.

ART. 18. — *Punitions.*

Le piqueur signale à l'ingénieur de section les fautes des gardes-ligne contre le service, afin qu'il prononce les punitions qu'elles entraînent. Le piqueur n'a le droit de punir, par une amende qui ne peut pas dépasser une journée de salaire, que les gardes et ouvriers auxiliaires, pour de petites fautes ou négligen-

ces ; il doit en référer immédiatement à l'ingénieur de section , auprès duquel les ouvriers punis ont le droit de recours.

En cas de faute très-grave , le piqueur a le droit de suspendre à l'instant même de leur service les gardes-ligne , gardes-auxiliaires et ouvriers , à la condition d'en référer immédiatement à l'ingénieur de section , qui prononce la peine définitive.

*Instructions pour les gardes-ligne des chemins de fer de
Hannovre.*

Règlement
des
gardes-ligne.

ART. 1^{er}. — Hiérarchie.

Les supérieurs du garde-ligne sont :

- 1° Le piqueur ;
- 2° Le chef ou inspecteur de station ;
- 3° L'ingénieur de section ;
- 4° Les employés supérieurs de l'exploitation ;
- 5° Les membres de la direction royale des chemins de fer.

ART. 2. — Temps du travail.

Le temps du travail pour le jour et la nuit est fixé par les supérieurs du garde. — Le garde ne doit jamais quitter son poste ou son travail sans permission ; et dans le cas où il a obtenu cette permission , il doit prévenir le piqueur de son départ et de son retour. — Le garde-ligne doit se conformer à tous les ordres de ses chefs , soit pour le service , soit pour l'exécution de travaux extraordinaires non prévus par la présente instruction.

Les gardes-lignes doivent , au besoin , se prêter secours mutuellement et venir en aide aux mécaniciens , chefs de trains et conducteurs.

ART. 3. — Entretien et police du chemin.

Le devoir du garde-ligne est de visiter avec soin la section qui lui est confiée , et de veiller à ce qu'elle soit toujours entretenue en bon état.

Le garde-ligne doit exécuter tous les travaux qui lui sont indiqués par son chef ; dans le cas où il ne peut pas y suffire à lui seul , il doit le faire savoir à ce dernier. — Ces avis sont adressés au chef le plus voisin , et transmis de proche en proche par les gardes-ligne.

Les gardes-lignes recevront en tête de la présente instruction les instructions générales de service.

ART. 4. — *Surveillance du chemin de fer.*

Le garde-ligne doit fixer aussi bien son attention sur les terrassements et travaux d'art que sur la voie de fer proprement dite. — Il doit examiner soigneusement le sol de la voie, les talus, les rampes, les fossés, les ponts, passages de niveau, guérites et maisons de gardes, les poteaux, bornes et piquets, les canaux d'écoulement, les barrières et affiches, les changements de voie, les plantations. — Il doit veiller avec un soin particulier à la régularité de la pose des traverses et au bon état des rails et des moyens d'attache.

Pour les traverses, il doit s'assurer si elles ne se sont pas enfoncées dans la forme, ou écartées les unes des autres, si elles ne sont pas détruites par la pourriture.

Pour les rails, il doit examiner s'ils ne sont pas déplacés, faussés ou brisés, s'ils ont l'écartement convenable aux joints, et s'ils sont solidement maintenus dans les coussinets; si les crampons qui les fixent sur les traverses ne sont pas arrachés ou n'ont pas la tête brisée. — Cet examen doit être renouvelé avec le plus grand soin, après le passage de chaque train.

ART. 5. — *Petites réparations.*

Le garde-ligne doit exécuter immédiatement les petites réparations qu'il peut faire de suite, et sans aide, avec les outils qui lui sont délivrés dans ce but et qu'il doit toujours, autant que possible, porter avec lui; il doit, par exemple, s'occuper seul de l'assèchement de la forme, du comblement des rigoles formées par la pluie, du curage des fossés; etc.

Lorsqu'il tombe de la neige, il doit faire tous ses efforts pour maintenir libres, aussi longtemps qu'il le peut, les rails et la voie.

Au dégel, il doit rejeter la neige dans les fossés, et nettoyer avec soin tous les canaux d'écoulement.

Il est tenu spécialement d'entretenir toujours propres la voie et les rails, et plus particulièrement dans les tranchées, aux changements de voie et passages de niveau; il doit veiller strictement à ce qu'il ne reste sur la voie ou sur les rails, au moment du passage des trains, ni bois, ni outils, ni vêtements, rien, en un mot, qui puisse compromettre la sûreté de la circulation. — Si l'on exécute des travaux sur le chemin, on doit les interrompre assez longtemps à l'avance pour faire disparaître tous les obstacles.

ART. 6. — *Grandes réparations.*

Si le chemin éprouve des dégradations telles que le garde-ligne ne puisse pas y remédier seul, il doit aussitôt en donner avis au piqueur. Si ces dégradations sont de nature telle, qu'avant leur réparation il soit impossible de faire passer un train, ou bien s'il est nécessaire qu'il ne passe que lentement et avec précaution, le garde-ligne fera au mécanicien tous les signaux nécessaires.

ART. 7. — *Position des aiguilles des changements de voie.*

Le garde-ligne qui est chargé de surveiller dans son cantonnement un changement de voie, dont la fausse manœuvre mettrait tout un train dans le plus grand danger, est tenu particulièrement :

1° De vérifier s'il est en bon état et peut se manœuvrer avec facilité, et si toutes les parties en sont convenablement lubrifiées ;

2° De veiller à ce qu'avant l'arrivée de chaque convoi les aiguilles soient exactement placées.

La moindre négligence à cet égard serait punie du renvoi immédiat.

ART. 8. — *Stationnement des trains.*

Les convois ne doivent pas s'arrêter sur les passages de niveau. — Si le cas se présentait, le garde-ligne doit en faire l'observation aux mécaniciens, chefs de trains ou conducteurs, et si ses avertissements ne sont pas pris en considération, en donner avis au piqueur.

ART. 9. — *Circulation des trains, signaux.*

Indépendamment de la surveillance de la section qui lui est confiée, le garde-ligne a d'autres fonctions spéciales à remplir ; il est chargé d'observer le train lorsqu'il passe devant lui, de faire tous les signaux nécessaires aux mécaniciens, aux conducteurs ou aux autres gardes-ligne ; d'ouvrir et de fermer les barrières des passages de niveau.

Les signaux sont décrits dans un *livret de signaux* dont chaque garde-ligne doit toujours porter un exemplaire avec lui, et dont il doit posséder la connaissance à fond.

ART. 10. — *Visite de la voie avant le départ des trains et signaux.*

Pour cette partie du service, les devoirs du garde-ligne sont les suivants :

Au point du jour et avant le commencement du service, le garde-ligne visite sa section, et sa visite doit être terminée assez tôt pour qu'il puisse en signaler le résultat une demi-heure au moins avant le départ du premier train. — Il fait alors les signaux indiqués par son livret, suivant les circonstances qu'il a observées (1).

Si tout est en ordre, il fait le signal n° 1 :

La voie est en bon état.

S'il trouve que sur certaines parties du chemin, des réparations nécessaires exigent que l'on marche lentement, il fait le signal n° 4 :

Le train doit marcher lentement.

S'il y a un obstacle qui rende le passage du convoi impossible ou dangereux, il fait le signal n° 5 :

Le train doit s'arrêter.

Les gardes-lignes qui, par exception, n'ont pas de télégraphes sur leur section, vont, dans la direction contraire à celle que suit le train en partance, signaler au garde-télégraphe le plus proche, ce qu'ils ont observé et font faire par le télégraphe le signal convenable.

Si le mécanicien n'obéit pas au signal de ralentissement ou d'arrêt, le garde-ligne doit faire son rapport au piqueur.

Dans le cas où le signal n° 2, *le train est parti de Hannovre*, se croiserait avec le signal n° 3 : *le train est parti pour Hannovre*, venant de l'extrémité opposée du chemin, sur un point quelconque de la ligne, le garde-ligne, qui recevrait à la fois les deux signaux, doit transmettre le signal n° 2 qui prime le signal n° 3 et le fait rétrograder jusqu'à son point de départ. — Le train en partance pour Hannovre s'arrête ou rétrograde, et le garde-ligne qui a reçu le double signal fait arrêter le train arrivant de Hannovre pour le prévenir de ce qui s'est passé.

ART. 11. — *Départ d'un train.*

Dès qu'un train quitte la station, le garde-ligne le plus voisin fait manœuvrer son télégraphe pour indiquer le sens de sa marche, et le même signal est répété de proche en proche jusqu'à la station suivante.

(1) Sur le chemin de fer de Hannovre, comme dans la plupart des autres chemins de l'Allemagne, les signaux se font au moyen d'appareils télégraphiques fixes, qui seront décrits plus loin, et l'exploitation a lieu sur une voie.

Chacun des gardes-lignes qui se trouve chargé de la surveillance de plusieurs passages de niveau, aussitôt que le signal arrive, ferme des deux côtés les barrières, excepté celle auprès de laquelle il doit se tenir au moment du passage du train. — La fermeture de ce passage de niveau peut être différée jusqu'au moment où le train est en vue, ou bien est signalé par le garde-ligne précédent. A ce moment le garde doit fermer les barrières et ne plus laisser traverser personne.

Le passage des bestiaux n'est plus permis, cinq minutes avant l'heure fixée pour le passage du train.

Dans le cas où la disposition du terrain ne permettrait pas à un garde-barrière d'apercevoir le train de loin, le garde qui le précède immédiatement doit lui transmettre un signal facile à reconnaître le jour et la nuit, pour lui annoncer que le train s'approche et qu'il faut fermer les barrières. — Lorsqu'il y aura lieu de faire ces signaux exceptionnels, les gardes-ligne recevront des instructions particulières.

Cinq minutes au moins avant l'instant où le train doit partir de la station, le garde-ligne doit être rendu au poste qui lui est assigné et attendre le train.

Tout garde préposé à la surveillance d'un passage de niveau doit veiller à ce que les personnes qui le traversent, surtout si elles conduisent des voitures ou des bestiaux, ne s'arrêtent dans aucun cas sur la voie; lorsque les barrières sont fermées, il doit les maintenir à une distance suffisante pour que les animaux ne soient pas effrayés par le bruit.

ART. 12. — *Passage des trains.*

Pendant le passage d'un train, le garde-ligne doit examiner son action sur la voie, et par conséquent ne pas jeter seulement les yeux sur les voitures, mais encore sur les rails et sur les traverses.

S'il n'aperçoit rien qui mérite d'être signalé, il conserve le signal de marche au télégraphe; dans le cas contraire, il fait subitement le signal de halte et se met en communication avec le train, que les conducteurs ont fait arrêter.

Si un garde, au moment du passage du train, ne se trouvait pas à portée de son télégraphe, et cependant avait à donner le signal d'arrêt, il ferait tourner rapidement, en rond, autour de sa tête, sa casquette, son mouchoir ou un outil de travail. — Le même

signal doit être employé par tout garde qui n'a pas de télégraphe dans sa section, s'il remarque quelque partie du train en mauvais état, nécessitant un prompt arrêt.

Dès que le dernier wagon est passé, le garde doit se mettre au milieu de la voie et remarquer si le conducteur placé sur la dernière voiture n'agit pas en cercle son drapeau (ou sa lanterne pendant la nuit), signal qui annonce que le garde doit immédiatement faire une visite minutieuse de la section que le train vient de parcourir et sur laquelle il a rencontré un obstacle.

ART. 13. — *Train succédant à un autre.*

Lorsqu'un convoi est suivi à peu d'intervalle par un autre convoi, il porte sur sa dernière voiture, pendant le jour, un drapeau rouge, pendant la nuit deux lanternes rouges ; le garde-ligne attend le second train, et procède exactement de la même manière.

ART. 14. — *Fermeture des barrières entre deux trains consécutifs.*

Dans le cas où deux trains se suivent, il est de règle de ne pas ouvrir les barrières ; cependant si le second train n'est pas encore en vue, et si les personnes qui attendent paraissent en état de passer rapidement (ce qui, par exemple, ne serait pas possible si elles conduisaient un troupeau de bestiaux ou une voiture pesamment chargée), le garde peut prendre sur lui de les ouvrir ; mais dès que le train est en vue ou signalé, elles doivent être rigoureusement fermées.

ART. 15. — *Service du garde-ligne après le passage des trains.*

Lorsque le convoi ou les convois, s'il y en a plusieurs qui se succèdent, sont passés, le gardien ouvre les barrières et rend le passage de niveau à la circulation publique. — Il visite ensuite avec soin toute sa section, et fait toutes les petites réparations qui sont nécessaires.

ART. 16. — *Précautions contre le danger du feu.*

Pendant le passage du convoi, le garde examine attentivement s'il ne s'échappe pas des flammèches ou des fragments de combustible embrasé, par la cheminée ou par le cendrier.

S'il remarque qu'une flammèche s'est échappée, il regarde où elle tombe, et la recherche pour l'éteindre et voir si elle n'a pas développé un commencement d'incendie.

Après le passage d'une machine, le garde doit fixer spéciale-

ment son attention sur les bâtiments pour lesquels un incendie serait à craindre, — et au moindre indice en prévenir les habitants et les appeler à son aide pour combattre le danger. — Les gardes placés dans le voisinage des ponts doivent en faire la visite aussitôt après le passage de la machine et éteindre les charbons ou flammèches qu'ils pourraient y trouver.

Les aides adjoints aux gardes-ligne dans les cas où la circulation devient très-active, doivent concourir avec zèle à cette partie du service destinée à prévenir les incendies.

Les garde-ligne et leurs aides doivent, du reste, aux termes du règlement de police, veiller à ce qu'aucun dépôt de matières combustibles, telles que blé en gerbes, paille, foin, lin, tourbe, etc., ne soit établi, soit sur les chemins, soit sur les propriétés privées, à moins de 9 m. 34 c. du bord du chemin de fer.

Toute contravention de ce genre doit être immédiatement dénoncée à l'autorité locale.

ART. 17. — *Demande de secours.*

Lorsqu'une machine locomotive reste en route et ne peut pas continuer sa marche sans renfort, le garde-ligne, sur la réquisition du chef du train, fait le signal de secours, qui est transmis vers la station d'où le pilote doit partir, après que les gardes situés sur l'autre direction ont été prévenus de ne pas répéter le signal.

Dès que la machine de secours se met en marche, les télégraphes font les mêmes signaux que pour le départ d'un convoi.

Dans le cas d'accident grave, tout garde qui en est averti doit diriger sur le lieu de l'accident tous les ouvriers qu'il a sous la main.

ART. 18. — *Départ ajourné.*

Dans le cas où un train ne peut pas partir de la gare à l'heure fixée à l'avance et où son départ est remis à un autre instant, le garde voisin de la station, sur la réquisition du chef ou de l'inspecteur, transmet un signal particulier qui fait connaître sur toute la ligne la suppression de ce départ.

ART. 19. — *Importance relative des diverses fonctions des gardes-ligne.*

Les devoirs imposés aux gardes-ligne par les art. 7, 11 à 14 et 16, ainsi que la transmission des signaux, doivent passer, en cas d'incompatibilité, avant toute autre occupation. — Dès qu'un garde

a fait un signal, il doit s'assurer s'il a bien reproduit celui qui lui était transmis et s'il est bien reproduit par le garde qui le suit; toute erreur doit être promptement réparée.

ART. 20. — *Les gardes doivent toujours avoir une montre et un exemplaire des instructions, etc.*

Tout garde doit, afin de pouvoir accomplir ponctuellement ses devoirs, et connaître exactement l'heure du passage des trains, porter toujours sur lui une montre marchant bien et réglée sur l'horloge de la gare.

Il doit en outre avoir un exemplaire du tableau des heures de départ et d'arrivée, un exemplaire de la présente instruction et du livret des signaux; chaque contravention sera punie d'une amende.

La marche des montres est vérifiée et réglée journellement par le piqueur.

ART. 21. — *Surveillance des matériaux et conservation des outils.*

Le garde-ligne est chargé de la garde des matériaux déposés sur sa section; il surveille leur emploi et en rend compte au piqueur.

Le garde-ligne doit se servir avec précaution des outils qui lui sont confiés, les conserver avec soin, et faire connaître immédiatement au piqueur toutes les dégradations qu'ils pourraient éprouver.

ART. 22. — *Surveillance de nuit.*

Chaque garde-ligne est obligé de surveiller, pendant une nuit sur trois, une portion du chemin de fer. — Le piqueur désigne l'ordre de service et l'étendue de la section.

ART. 23. — *Objets trouvés sur la voie.*

Le garde-ligne doit remettre le jour même, au piqueur, les objets trouvés sur la voie.

ART. 24. — *Trains extraordinaires.*

Tous les détails de service relatifs au mouvement des trains réguliers sont applicables aux machines circulant en dehors de l'itinéraire fixé par le tableau du mouvement, par exemple aux trains expédiés pour le service de la voie.

Les instructions qui viennent d'être reproduites sont simples et embrassent tous les détails du service d'entretien et de surveillance de la voie; il est d'autant plus utile que les agents auxquels on les a destinées en aient constamment un exemplaire imprimé, qu'ils sont plus isolés que les autres des chefs de tout degré, qui peuvent former, par des recommandations verbales sans cesse répétées, les employés préposés aux services des gares, des trains, ou des machines. Toutes les dispositions nécessaires sont prévues pour que l'éloignement des ingénieurs et autres chefs de service, qui résident nécessairement auprès des stations principales et qui ne peuvent circuler sur la ligne que rapidement et à des intervalles plus ou moins écartés, ne soit pas un obstacle à l'exécution des travaux d'urgence.

Les signaux employés sur la plupart des chemins de fer allemands ont un caractère tout particulier; ils se font au moyen d'appareils télégraphiques fonctionnant le jour et la nuit. Ils sont, du reste, d'une assez grande complication, et leur usage ne peut être utile que pour les chemins à une voie.

Signaux.

Les chemins de fer anciennement établis ou voisins de la Belgique ont des signaux semblables à ceux qu'on emploie sur les chemins de fer de ce pays, en France, et en Angleterre. Cependant, il y a partout une tendance marquée vers l'adoption

des télégraphes. En suivant l'itinéraire que j'ai tracé, on voit le système de signaux se modifier peu à peu et passer au système télégraphique, qui règne exclusivement dans l'Allemagne du centre et du nord. Dans le duché de Bade, sur les chemins de fer de Bavière, les signaux se font exclusivement au moyen de drapeaux ou de lanternes pendant la nuit.

Chemin
de Munich
à Augsbourg.

La compagnie du chemin de fer de Munich à Augsbourg avait adopté un système assez compliqué, qu'il ne sera pas cependant sans intérêt de faire connaître, parce qu'on y trouve les germes de quelques dispositions dont l'application pourrait avoir de l'utilité, surtout pour l'exploitation d'un chemin de fer à une seule voie. Je donnerai pour cela un extrait du livret des signaux.

Extrait
du livret.

Attention. — Ce signal sert à annoncer le départ d'un train sur toute la station qu'il va parcourir, entre les deux gares d'évitement; le jour le garde-ligne agite un petit drapeau de gauche à droite, au-dessus de sa tête, et la nuit tourne une lanterne du côté opposé à celui d'où vient le train; en même temps il donne plusieurs coups de cornet à des intervalles irréguliers.

Tout est en ordre. — A l'approche du convoi pendant le jour, le garde-ligne fait face à la voie et allonge le bras dans le sens de la marche; la nuit il présente de loin une lanterne rouge au mécanicien.

Le convoi doit ralentir sa marche. — Le garde plante un grand drapeau rouge sur l'accotement pendant le jour, et la nuit agite sa lanterne rouge en travers de la voie. Lorsqu'il fait un brouillard épais, il appuie ce signal d'un coup de cornet prolongé.

Le convoi doit s'arrêter. — Le jour, un drapeau noir est planté au point où la voie est impraticable, et le garde-ligne qui précède immédiatement celui qui donne ce signal présente au mécanicien un drapeau noir. — La nuit, le garde-ligne agite sa lanterne rouge verticalement de sa tête à ses pieds, et en cas de brouillard appuie le signal de deux coups de cornet prolongés.

On demande une machine de secours. — Le signal de secours ne doit être donné que sur l'ordre du chef de train, et une fois qu'il a été transmis, le convoi ne doit plus, sous aucun motif, se remettre en marche. — Le garde-ligne, après avoir fait le signal *attention*, se place entre les rails, son petit drapeau fixé au-dessus de la tête; la nuit il agite lentement de droite à gauche sa lanterne blanche et reconnaît que son signal a été compris lorsqu'il voit le signal rouge de son voisin agité de la même manière (le verre rouge est opposé au verre blanc). — En cas de brouillard épais, trois coups de cornet prolongés servent à donner le signal.

Le chemin est divisé en huit sections, et le même signal est répété autant de fois qu'il y a d'unités dans le numéro de la section.

Lorsqu'un convoi extraordinaire doit suivre un convoi ordinaire, l'un des conducteurs, placé sur l'impériale, agite un drapeau rouge en passant devant chaque garde-ligne; — la nuit il attache une lanterne sur le côté de la voiture.

Sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, les signaux de ralentissement ou d'arrêt sont faits avec un disque en osier peint en blanc et en rouge et porté par un manche; le garde-ligne le présente simplement au mécanicien ou l'agite rapidement en cercle; un seul geste de la main indique que tout est en ordre. La nuit, une lanterne blanche indique que la voie est libre; une lanterne rouge fixe ou agitée, qu'il faut ralentir ou arrêter. Pour les demandes de secours, on a placé auprès des stations, passages de niveau et maisons de gardes, des per-

Chemin de
Vienne
à Gloggnitz.

ches de 8 à 10 mètres de hauteur, sur lesquelles sont enfilés des ballons en osier peints en rouge et blanc lorsqu'ils se projettent sur les coteaux, et en blanc et noir lorsqu'ils se projettent sur le ciel. Au moment du passage des trains, les gardes-ligne se tiennent au pied de ces perches, et hissent les ballons de proche en proche lorsque le convoi réclame une machine de secours. La nuit, la demande de secours se fait au moyen d'une torche allumée que chaque gardien porte en courant jusqu'à ce que son voisin ait compris et répété ce signal. Ce système de perches et de ballons est un premier essai informel du système télégraphique. Sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand, les mêmes ballons servent à signaler le train, au moment de son départ, sur toute la section qu'il va parcourir; en y accrochant des drapeaux ou des lanternes, on en fait des signaux pour les demandes de secours. On règle la marche des trains avec des drapeaux et des lanternes à la main.

Télégraphes
ordinaires.

En continuant à suivre l'itinéraire que j'ai indiqué, le premier chemin sur lequel on trouve des télégraphes complets est celui de la Haute-Silésie; à quelques modifications de détail près, il donne une idée exacte des appareils employés sur presque tous les autres chemins.

Un mât de 10 à 12 mètres de hauteur, garni d'é-

chelons, en forme d'échelle de perroquet, porte à sa partie supérieure deux bras aplatis, mobiles autour d'un axe parallèle à la direction de la voie; ces bras ont environ 1^m 10 de longueur et sont composés d'un cadre, garni de lames de persienne, ce qui en diminue considérablement le poids et affaiblit l'action du vent; ils sont peints en rouge, couleur qui se détache mieux que toute autre sur les objets naturels ou les constructions; ils sont manœuvrés chacun au moyen d'un fil de fer terminé par un anneau et une poignée, et peuvent être amenés et fixés sans effort dans trois positions différentes, horizontalement et inclinés à 44°, l'extrémité en bas ou en haut. Avec les deux bras, on peut donc, pendant le jour, obtenir 9 signaux entièrement distincts.

Sur l'une des faces du mât, parallèle à la voie, deux planchettes en bois suspendues par une poulie au moyen d'une corde, dont l'extrémité est à la disposition du garde-ligne, glissent entre deux languettes formant rainure; la planchette inférieure est suspendue à 1 mètre au-dessous de la planchette supérieure, et chacune d'elles porte des crochets auxquels on peut suspendre une lanterne de dimension et de couleur variable, suivant la nature des signaux à transmettre; pour chaque appareil, le garde-ligne, chargé de la manœuvre, a 4 lanternes: une grosse à 2 mèches et 3 petites à une mèche, dont l'une est blanche sur les 3 faces, une autre

rouge et la troisième verte; la grosse lanterne n'a pas de verres de couleurs. Sur la face opposée du mât, sont placées deux potences, l'une à la partie supérieure et l'autre à la partie inférieure; ces potences portent chacune une poulie, sur laquelle passe une corde sans fin, à laquelle on suspend un tonneau en osier; ce tonneau, peint en rouge, peut être placé dans 3 positions différentes, en haut, à mi-hauteur et en bas, et par conséquent fournir 3 signaux distincts.

Pour donner une idée exacte de l'usage que l'on fait de ces télégraphes, je donnerai un extrait du livret des signaux, dont tous les agents du service actif doivent toujours porter un exemplaire imprimé.

Extrait
du livret.

Le garde-ligne parcourt sa section tout entière avant le passage de chaque train, et doit être revenu à son poste au pied du télégraphe, une demi-heure au moins avant le départ du premier train, pour faire tous les signaux nécessaires.

Après avoir reconnu que tout est en ordre, il donne le signal n° 1 :

Le tonneau hissé à la partie supérieure.

S'il a trouvé quelque partie de la voie où des réparations sont nécessaires et où le convoi doit marcher lentement, il donne le signal n° 2 :

Le tonneau hissé à moitié de la hauteur du mât.

S'il a observé enfin, sur la voie, quelque obstacle qui rende impossible ou très-dangereux le passage du convoi, il donne le signal n° 3 :

Le tonneau à la partie inférieure du mât.

Ces trois signaux sont purement locaux et ne se transmettent pas ; le tonneau reste dans la même position tant que l'état de la voie ne varie pas.

Dès qu'un convoi part de la station d'Oppeln ou d'une station intermédiaire vers Breslau, le garde-ligne, placé en tête de cette station, donne le signal n° 4 :

Un bras du télégraphe en diagonale, l'extrémité en haut.

Et lorsque le convoi va dans la direction opposée de Breslau à Oppeln, le signal n° 5 :

Les deux bras du télégraphe en diagonale, l'extrémité en haut.

Les signaux sont immédiatement transmis de proche en proche jusqu'à la station la plus voisine (en moyenne à 16 kilomètres de distance). — Le signal n° 5 prime le signal n° 4, et le convoi partant d'Oppeln pour Breslau devrait rétrograder s'il se trouvait engagé sur la même section qu'un convoi parti de Breslau.

Après le passage du convoi, le garde-ligne laisse retomber les bras du télégraphe qui pendent alors verticalement sur les deux faces du mât.

Lorsqu'une locomotive se trouve hors d'état de continuer sa route et doit être secourue, le garde-ligne, sur l'ordre du mécanicien, donne le signal n° 6 :

Les deux bras du télégraphe horizontaux.

Dans le cas où un convoi ne part pas à l'heure indiquée et où le départ est supprimé ou ajourné, le chef de station fait transmettre sur toute la ligne le signal n° 7 :

Les deux bras du télégraphe en diagonale, l'extrémité en bas.

Les livrets de signaux portent en regard de chaque paragraphe consacré à un signal, une petite figure qui indique exactement quelle doit être la position des bras du télégraphe. Je n'ai pas pensé qu'il fût nécessaire de figurer ces appareils, car tout

le monde se représentera facilement des bras en forme d'ailes de moulin à vent de dimension réduite, indépendantes l'une de l'autre, pouvant occuper chacune à volonté la position horizontale et deux positions inclinées à 45° , l'une au-dessus, l'autre au-dessous de l'horizontale.

Les signaux de jour se distinguent suffisamment à la distance qui sépare deux télégraphes l'un de l'autre, c'est-à-dire 1,000 mètres au maximum; mais un brouillard ordinaire, une neige épaisse, suffisent pour intercepter toute communication.

Pour les signaux de nuit, on admet que pendant les mois de novembre, décembre, janvier et février, la nuit commence une demi-heure après le coucher du soleil et se termine une demi-heure avant son lever; pendant les autres mois, une heure après son coucher et une heure avant son lever. Les signaux se font de la manière suivante :

La voie est en bon état,

On attache la grande lanterne à verres blancs au crochet supérieur;

Le train part de la station,

La petite lanterne à verres blancs est accrochée au-dessous de la grande lanterne;

Le convoi doit s'arrêter,

La lanterne blanche fixée au crochet inférieur est enlevée et remplacée par la lanterne rouge; le garde-ligne se met en relation de vive voix avec le mécanicien et lui dit s'il doit s'arrêter tout à fait ou seulement marcher lentement;

On demande une machine de secours ,

On remplace la lanterne blanche par une lanterne verte sur une face seulement, celle qui est tournée vers la station d'où le secours doit partir; le garde-ligne, pour faire voir qu'il a compris le signal, tourne à la main pendant un instant la face verte de la lanterne.

Les signaux de jour se font sur presque tous les autres chemins de la même manière; sur le chemin de Brunswick seulement on remarque une différence notable; le ballon ou tonneau en osier est remplacé par un disque en tôle placé au sommet du mât; ce disque peut, au moyen d'une tringle manœuvrée du bas, être fixé horizontalement ou verticalement. Placé verticalement, il indique que le train doit s'arrêter; dans la même position, le garde-ligne tenant un drapeau rouge à la main, il indique qu'il faut seulement ralentir; enfin, lorsqu'il est horizontal et que le garde-ligne tient son drapeau rouge à la main, la voie est en bon état.

Les signaux de nuit du chemin de fer de la Haute-Silésie sont très-incomplets; ainsi qu'on a pu le remarquer, on ne peut pas indiquer le sens de la marche, on ne peut pas faire ralentir sans arrêter le convoi, afin de prévenir de vive voix le mécanicien; on a cherché à remédier à cette insuffisance par diverses combinaisons de fanaux.

Signaux
de nuit.

Sur le chemin de fer de Francfort-sur-l'Oder à Berlin, le tonneau en osier est aplati et reçoit à son

centre une lanterne qu'on peut hisser dans les 3 positions : en haut , à mi-hauteur, en bas ; cette lanterne peut être masquée d'un côté, et le verre blanc peut être remplacé à volonté par un verre rouge, enfin le garde-ligne porte à la main une seconde lanterne. Sur le chemin de fer de Berlin à Stettin , on hisse la nuit un cadre en fer, guidé par des fils de fer et pouvant recevoir à chacun de ses angles une lanterne; les signaux varient suivant le nombre, la position et la couleur des lanternes. Sur le chemin de Brunswick, on se sert également de quatre lanternes, mais elles sont portées par des poteaux peu élevés sur lesquels le cantonnier peut les placer à la main. Enfin , sur le chemin de Magdebourg à Leipzig , le terrain est si peu accidenté qu'on a pu se servir des maisons des gardes-ligne pour placer les signaux de nuit; sur chacune des faces perpendiculaires à l'axe de la voie sont percés deux trous carrés, recevant des lanternes dont on fait varier la couleur.

Télégraphe
de
M. Treuttler.

Cette difficulté de combiner convenablement les signaux de nuit a donné naissance à un appareil très-ingénieux imaginé par M. Treuttler. Cet appareil est employé exclusivement sur deux chemins de fer, sur celui de Breslau à Freiburg et sur celui de la Basse-Silésie. Dans ce télégraphe, les lames de persienne sont remplacées par des miroirs inclinés alternativement, en sens contraire et de quantités

variables, sur l'axe de rotation ; une lanterne à double courant d'air placée sur le prolongement de cet axe , à une certaine distance des deux bras, lance sa lumière sur les miroirs qui sont inclinés de manière à la réfléchir parallèlement à la voie. Les bras sont portés par un mât de 7 à 8^m de hauteur et les lanternes par des montants reliés avec le mât par des traverses. Certains télégraphes sont doubles et portent une lanterne de chaque côté ; les miroirs , formant deux systèmes opposés et inclinés en sens contraire, réfléchissent la lumière en avant et en arrière ; on emploie dans les courbes des télégraphes simples, ne portant qu'une seule lanterne et un seul système de miroirs , et on juxtapose dos à dos deux de ces télégraphes dans deux directions divergentes , pour que le faisceau lumineux se projette jusqu'à une certaine distance dans la direction de la voie.

Les lanternes étant placées sur l'axe de rotation des bras, les miroirs conservent dans toutes les positions la même inclinaison sur cet axe ; les bras forment, depuis la distance de 100 mètres environ, jusqu'à la distance de 1,000 à 1,200 mètres à laquelle les signaux cessent d'être nettement perceptibles, deux bandes lumineuses avec lesquelles on reproduit exactement tous les signaux de jour. Les cadres qui reçoivent les miroirs sont peints en rouge et servent, aussi bien que les bras des télégraphes ordinaires, à reproduire les signaux pendant la

journée. Les signaux d'arrêt ou de ralentissement se font pendant le jour avec un tonneau en osier mobile de haut en bas sur le côté du mât; mais, pour la nuit, l'ingénieuse disposition de M. Treuttler a permis de les simplifier, en modifiant seulement la couleur des lanternes. Une lanterne rouge illumine les bras en rouge et signale le ralentissement, quelle que soit, du reste, la position des bras; une lanterne verte donne deux bandes lumineuses vertes et signale l'arrêt. Ces signaux lumineux, surtout le vert, sont moins visibles que les signaux ordinaires; cependant, par un temps clair, on peut encore distinguer les couleurs à 1,000 mètres de distance; la lanterne qui projette la lumière sur les bras a sa face postérieure découverte, et la couleur de la lumière lancée directement se distingue plus nettement que celle qui est réfléchiée par les miroirs; par suite, il n'y a pas d'incertitude possible. Ces télégraphes sont écartés moyennement de 622 mètres; dans les alignements droits, ils forment une illumination à perte de vue. En arrivant à Breslau par un temps sombre et sans brume, on distingue 12 et quelquefois 14 télégraphes formant une seule ligne lumineuse.

Télégraphe
électrique.

Il n'existe de télégraphes électriques que sur le plan incliné d'Aix-la-Chapelle, pour le service de la machine fixe, et sur le chemin de fer du Taunus. Sur ce chemin, le télégraphe électrique a remplacé

un système de sonnettes placées le long des rails et que les gardes-lignes manœuvraient au moyen de pédales.

Le système télégraphique allemand présente, à côté de quelques avantages, des inconvénients très-sérieux. Il est indispensable sur un chemin à une seule voie que le départ d'un train soit annoncé immédiatement jusqu'à la station la plus proche, afin d'empêcher un second train de s'engager en sens contraire sur la même voie, ou bien pour le faire rétrograder, s'il s'est déjà mis en marche; il est en outre nécessaire que les machines de secours soient demandées sur signal. Les télégraphes qui viennent d'être décrits satisfont à cette double condition. Mais s'il fait du brouillard, s'il tombe de la neige, si l'un des appareils est renversé par le vent ou détruit par la malveillance, la communication se trouve interrompue. En outre, ce système a l'inconvénient très-grave d'enchaîner chaque garde-ligne au pied de son télégraphe, depuis le moment du départ du train jusqu'à son passage devant lui, et, de plus, pendant une demi-heure environ avant le départ; la surveillance peut donc être interrompue sur certaines parties de la voie pendant plus d'une heure; pendant ce temps-là, surtout lorsqu'il fait nuit, toute la partie comprise entre deux télégraphes est exposée sans défense aux tentatives de la malveillance. L'adoption de ce système exige que tous les

Inconvénients
du système
allemand.

gardes-ligne puissent se voir, et, par suite, leur nombre doit être multiplié outre mesure, surtout lorsque le tracé est très-sinueux. L'établissement des télégraphes est au moins aussi coûteux que celui d'un télégraphe électrique. Les télégraphes du chemin de fer de la Haute-Silésie ont coûté 111 fr. 30 la pièce, ou 1,447 fr. 80 par kilomètre. Les télégraphes de Treuttler coûtent en Allemagne 216 fr. 85 la pièce pour frais de premier établissement, non compris le privilège de l'inventeur, et, pour un écartement moyen de 622 mètres (distance adoptée sur le chemin de fer de Breslau à Freiburg), 3,486 fr. 10 par kilomètre. Les frais d'exploitation sont encore plus considérables, puisqu'ils exigent pour être manœuvrés un nombre d'hommes plus grand que ne le comporte la surveillance de la voie.

Avantages du
télégraphe
électrique.

C'est évidemment au télégraphe électrique que l'on devrait accorder la préférence pour l'exploitation des chemins de fer à une seule voie. Il faudrait, indépendamment des fils qui mettent la tête de la ligne en relation avec son extrémité, ou quelques points intermédiaires importants, et qui sont réservés pour les besoins généraux du service, établir un fil mettant toutes les stations en communication entre elles, soit pour la ligne entière, soit par sections principales. Au moyen du fil des stations, on pourrait ne lancer un train sur la voie qu'après avoir acquis la certitude qu'il n'est pas parti, en

sens contraire, un train de l'extrémité opposée; on annoncerait les convois extraordinaires, et l'on satisferait complètement à la condition indispensable de ne jamais engager à la fois sur la même ligne deux trains marchant en sens contraire. Les demandes de secours se feraient comme sur un grand nombre de chemins, au moyen de drapeaux ou de lanternes que chaque garde-ligne porterait en courant, et en donnant des coups de sifflet ou de cornet répétés pour appeler l'attention du garde-ligne suivant; le signal arrivé à la station la plus procheserait transmis, par le télégraphe électrique, au dépôt où se trouve le pilote. Les gardes-ligne resteraient libres d'aller et venir chacun sur son cantonnement, et d'exercer une surveillance qui ne peut être efficace, surtout la nuit, que lorsqu'elle s'exerce d'une manière irrégulière et imprévue.

L'établissement d'un fil télégraphique, desservant toutes les stations, ne serait pas moins utile sur les chemins de fer à double voie que sur les chemins à une voie; il permettrait de changer avantageusement le système actuel de secours, qui consiste à faire partir le pilote, sans avis, après 20 minutes de retard, et par conséquent à le mettre en mouvement inutilement au moins dix-neuf fois sur vingt; le signal de secours serait transmis de garde en garde depuis le point où le convoi s'est arrêté, jusqu'à la station la plus voisine, et, à partir de là, par le télé-

Service
de secours.

graphe électrique jusqu'au dépôt. Il est certain que le secours partirait ainsi plus promptement que dans le système ordinaire ; en outre , le pilote pourrait, en arrivant à la station qui, la première , a fait parvenir le signal électro-télégraphique, s'engager sur la voie même où se trouve arrêté le train à secourir, de manière à venir se placer immédiatement en tête. L'expérience démontre journellement en Allemagne qu'il n'y a pas d'inconvénient à faire marcher le pilote sur la voie où le train en détresse se trouve arrêté ; lorsque le mécanicien sait positivement qu'il marche à sa rencontre , et que tous les agents de surveillance qui ont transmis le secours sont sur leurs gardes , les signaux de ralentissement et d'arrêt sont multipliés en avant du point où doit se faire la rencontre. En Allemagne, le secours vient toujours de l'avant et jamais de l'arrière.

On objectera , sans doute, à ce système de secours, la possibilité d'une interruption dans les fils du télégraphe ou d'un dérangement dans les appareils ; cette objection sera sérieuse tant que les fils resteront suspendus en l'air sur des poteaux, exposés à toutes les tentatives de la malveillance, à l'action du vent, etc. ; mais pour les chemins à une voie l'inconvénient est le même pour tous les signaux fixes : pource ux-ci l'état de l'atmosphère peut être encore une cause plus fréquente d'interruption. Il est nécessaire, et on y arrivera certainement, que l'un

des fils soit enterré dans le sol de la voie, préservé par une enveloppe en chanvre goudronné ou par tout autre moyen, pour que, dans aucun cas, il n'y ait interruption complète sur toute la ligne, soit pour le service du gouvernement, soit pour celui du chemin de fer lui-même. C'est au fil des communications de station à station que l'on devra de préférence appliquer cette mesure de précaution, si elle entraîne des frais extraordinaires.

Je ne m'étends pas sur les avantages généraux des télégraphes électriques, pour le service d'exploitation, ils sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ce sujet.

2^e SECTION. — EXPÉDITION ET TRANSPORT DES VOYAGEURS,
DES BAGAGES ET DES MARCHANDISES.

§ 1. *Expédition.*

L'une des branches principales de l'exploitation d'un chemin de fer, et l'une de celles qui réclame le plus d'ordre et le plus de soin, est l'expédition des voyageurs, bagages et marchandises; elle comprend l'enregistrement et la distribution des billets ou bulletins, la livraison des bagages et marchandises à toutes les stations, l'enlèvement et la livraison des marchandises à domicile ou camionnage, la confection des lettres de voiture, le contrôle en route, aux stations et au bureau central, etc.

Ensemble
du service.

Chemin
de Leipzig
à Dresde.

Ces diverses parties du service ont été l'objet d'études particulières de la part de M. Busse, directeur du chemin de fer de Leipzig à Dresde, l'un des plus anciens et des plus importants de l'Allemagne pour sa longueur et sa fréquentation; le système auquel la compagnie s'est définitivement arrêtée a été appliqué sur la plupart des autres chemins de fer allemands. En reproduisant en détail la description que M. Busse en a donnée, je ferai donc connaître quelles sont les règles généralement suivies en Allemagne pour toutes les parties du service d'expédition.

Je rappellerai d'abord que la longueur du chemin de Leipzig à Dresde est de 114^{km},6; les stations sont au nombre de huit, et elles sont séparées les unes des autres par les distances indiquées ci-après :

	kilom.
Leipzig.....	»
Wurzen.....	24,0
Luppa.....	18,4
Oschatz.....	9,6
Riesa.....	14,7
Priestewitz.....	18,5
Niederau.....	14,7
Dresde.....	14,7

Total... 114,6

Le service comprend trois divisions : service des voyageurs, service des bagages, service des marchandises.

1^o Voyageurs.

A chaque station on doit délivrer des billets pour 7 autres stations ; et comme il y a trois classes de voitures, il y a pour chaque station 27 sortes de billets, et pour le chemin entier 168.

Les billets de voyageurs pour chaque classe et chaque station, sont imprimés au nombre de trente sur une même feuille, avec l'indication, en *gros* (de trente au thaler de 3 fr. 71), du prix du billet ; de telle sorte que chaque feuille représente un nombre de thalers égal au nombre de gros inscrit sur chaque billet. — Ces feuilles arrivant de l'imprimerie, encore sans valeur, sont livrées à un employé de confiance qui appose un timbre au milieu de chaque feuille, et ensuite les livre *au conservateur du timbre* (employé assermenté), après les avoir inscrites en compte sur un registre spécial. Le conservateur donne décharge en marge sur ce registre, et après avoir apposé son timbre sur chaque billet séparément, en porte le compte sur un nouveau registre qu'il conserve entre ses mains ; — il les délivre ensuite au dépôt des billets, après s'être fait donner décharge sur son registre. — Le chef de dépôt des billets inscrit les feuilles qu'il reçoit sur des registres distincts pour chaque station, et dont les comptes doivent se balancer avec ceux du préposé au timbre.

Billets.

Timbre.

Chacun des préposés à la distribution des billets, reçoit du dépôt central, contre reçu, les billets dont il a besoin, et il en tient un compte spécial qui doit se balancer avec le registre correspondant du dépôt.

Le préposé à la distribution des billets ou *receveur* opère la balance de ses comptes, d'après la formule n^o 2 (voir ci-après), *par argent comptant, billets détachés de la souche, billets timbrés à l'avance et non employés mais portant encore le coupon*. (Les billets sont détachés d'un registre à souche et portent un coupon que les conducteurs déchirent lorsque les voyageurs prennent place dans les voitures).

Comptabilité
des
receveurs.

Le certificat est dressé en double expédition par le receveur, il est quittancé par le caissier principal pour l'argent comptant versé à la caisse, visé par un employé spécial chargé du contrôle pour l'annulation définitive des billets timbrés et non employés et le

visa des billets détachés, etc., et enfin par le teneur de livres pour l'approbation des écritures. Un double certificat reste comme décharge au receveur.

Cautionnement.

Les receveurs des stations où le versement à la caisse se fait tous les jours doivent fournir, pour garantie de la recette journalière, un cautionnement de 200 thalers (742 fr.). Souvent un receveur doit avoir pour 5,000 à 2,000 thalers de valeurs en billets entre les mains, mais cela est sans danger, car il ne peut réaliser ces valeurs qu'en distribuant les billets à la station. Il est facile de contrôler sa recette journalière par les billets remis par les voyageurs, et l'on peut fréquemment vérifier avec facilité et en quelques minutes l'état de ses comptes en constatant les valeurs, espèces et billets, qu'il a entre les mains. Pour faciliter cette vérification, on délivre les feuilles in-quarto de 30 billets, par paquets de dix feuilles attachées avec une ficelle cachetée; le receveur ne doit rompre les cachets qu'au fur et à mesure de ses besoins. Le cachet est apposé de telle sorte qu'il peut vérifier sans obstacle le nombre des feuilles avant de le briser; aucune réclamation n'est admise pour des paquets décachetés.

Moyens de contrôle.

Distribution des billets.

Dans chaque bureau de recette il existe un certain nombre de casiers en bois, comprenant, chacun pour les 7 stations, sept cases subdivisées en 3 compartiments pour les billets des trois classes. Pour chaque train, le receveur prépare un casier dans lequel il place un certain nombre de billets tout prêts. Sur chacun de ces casiers est disposé un timbre, portant le numéro du train, le jour et l'heure du départ, et servant à timbrer les billets au fur et à mesure que les voyageurs les demandent pour l'une quelconque des stations; cette manœuvre exige moins de temps qu'il n'en faut au voyageur pour donner son argent. S'il se présente un voyageur qui demande un billet pour le train suivant, le receveur le prend dans le casier suivant et y applique le timbre que porte ce casier et ainsi de suite, etc., ce qui permet de délivrer avec ordre et sans erreur des billets à l'avance. Les receveurs des stations intermédiaires, qui ont à délivrer des billets dans les deux sens opposés, placent, pour ne pas se tromper, les rayons à droite et à gauche suivant le sens des trains auxquels ils correspondent.

Forme des billets.

Le billet délivré au voyageur porte le numéro du train, qui doit frapper les yeux autant que possible, puisque c'est lui qui fournit le moyen principal de contrôle. — On peut adopter pour ces numéros une série annuelle, mensuelle ou hebdomadaire, et attribuer les nu-

méros impairs aux trains qui vont dans un sens, et les numéros pairs à ceux qui vont dans l'autre sens. Le numéro d'ordre constate que le billet est valable pour le jour et l'heure du départ correspondant, et empêche qu'il puisse être présenté pour un autre départ, ce qui permet de laisser au voyageur son billet, sans qu'il puisse en profiter pour un autre voyage.

En suivant la marche qui vient d'être indiquée pour délivrer les billets, il est très-simple et très-facile pour le receveur d'inscrire dans un registre disposé d'après la formule n° 3, les résultats de la recette effectuée pour chaque train, et d'en fournir un extrait journalier pour le bureau central (formule n° 4). Les rapports ou extraits qui sont envoyés de toutes les stations servent à tenir un registre général dressé d'après la formule n° 5, qui donne le résumé journalier du mouvement des voyageurs et de la recette, pour l'ensemble du chemin. — Ce registre général comprend 7 tableaux sur une même feuille, et chaque feuille correspond à une semaine. — Les totaux au bas de la page sont les totaux de la semaine. — On tient en même temps un état général et journalier du mouvement des marchandises, ainsi que nous l'indiquerons plus loin. On fait la récapitulation de cet état par semaine, par mois et par année. (Voir les formules page 424.)

Relevés
statistiques.

Pour empêcher toute fraude qui résulterait d'intelligences entre les receveurs et les conducteurs, on exige de la manière la plus positive que ceux-ci déchirent le coupon, qui tient aux billets, dès que les voyageurs montent en voiture, et on les fait alterner pour le contrôle des diverses voitures pendant le voyage; de son côté, le receveur est tenu, immédiatement après le départ de chaque train, de porter en compte sur son journal les billets timbrés restés sans emploi.

Précautions
contre
la fraude.

Pour combattre la fraude de la part des voyageurs, on paye aux conducteurs une prime de 5 gros (0 fr. 60 environ) pour chaque voyageur qu'ils trouvent soit sans billets, soit avec un billet délivré pour une place autre que celle qu'il occupe, ou pour un voyage précédent.

Le voyageur a toute garantie jusqu'à la fin du voyage pour la place qu'il occupe, puisqu'il conserve son billet qui est devenu sa propriété. Tout voyageur qui n'a pas de billet, ou qui a un billet non valable, est par suite traité comme fraudeur, sans distinction

Garantie
pour les
voyageurs.

de personnes et obligé de payer le prix de la place qu'il occupe pour tout le parcours.

Changement
des billets.

On ne change un billet pour un départ ultérieur qu'en cas de maladie évidente, et qu'autant qu'il est reproduit avant l'heure du départ, qu'il est signé par le porteur, et que le coupon n'a pas encore été séparé. On peut, en suivant les mêmes formalités, changer un billet d'une classe pour une classe supérieure. Si le coupon est déjà détaché, ou si c'est pendant le trajet à une station intermédiaire que le voyageur désire passer d'une classe dans l'autre, il doit se pourvoir à cette station d'un billet de troisième classe, s'il est dans la *seconde* ou dans la *troisième*, et avec ce billet il est admis dans la classe immédiatement supérieure, s'il y reste de la place.

2° Bagages.

On n'emploie pour le service des bagages qu'un seul registre disposé d'après la formule n° 6. Ce registre se compose de tranches horizontales partagées en quatre portions ou coupons qui sont séparés lorsqu'on enregistre les bagages, et qui sont ensuite rapprochés pour faire le contrôle. Dans la première partie, qui forme le talon ou la souche du registre, et qui reste entre les mains du receveur, on indique le nombre d'articles, le poids et la taxe de l'excédant de bagages; la seconde, dans laquelle on indique seulement le nombre des articles, est remise au facteur des bagages qui accompagne le train. La troisième est le bulletin qui est remis au voyageur, et la quatrième est formée de six numéros que le facteur chargé de la réception et du pesage du bagage sépare les uns des autres et colle sur les divers articles. Dans les cas très-rares où un voyageur a plus de six colis séparés, ceux qui se trouvent en excédant, sont marqués à la main.

Bulletins.

Le registre complet se compose de dix livraisons de dix feuilles ou cent numéros chacune, et par conséquent de mille numéros. Chacun de ces cahiers est attaché avec un fil et cacheté dans le bureau central, après qu'on a imprimé, au moyen d'un timbre à l'encre rouge, sur chaque coupon et sur chaque nombre, le nom de la station de départ. Le nom de la station d'arrivée est imprimé en noir et en caractères aussi grands que possible. Pour les points extrêmes de la ligne vers lesquels la plus grande partie des bagages est expédiée, le nom du lieu de destination est imprimé à l'avance

à l'imprimerie ; mais, pour les stations intermédiaires , c'est le receveur qui l'applique au moyen d'un timbre. Il n'y a , par suite, pour le service des bagages , que trois sortes de registres à conserver en dépôt au magasin. Pour faciliter le contrôle du facteur , on adopte des papiers de différentes couleurs pour les registres des stations intermédiaires ; pour les bagages adressés des stations extrêmes pour les stations intermédiaires, les bulletins sont rouges. Cette diversité de couleurs accélère considérablement le service. Les cahiers ainsi préparés ne sont délivrés au receveur qu'en échange d'un reçu. Le receveur coupe à l'avance les feuillets dans les points où les coupons doivent être détachés les uns des autres , afin qu'il soit facile de les arracher au moment où le bulletin doit être remis au voyageur.

Le receveur dispose pour chacune des stations vers lesquelles il peut être expédié des bagages, un cahier de bulletins. Quand un voyageur se présente pour faire enregistrer son bagage, il doit commencer par présenter le billet qu'il a pris pour lui-même, et sur lequel le receveur applique son timbre et qu'il garde jusqu'à l'entier achèvement du bulletin de bagages. Pendant que les colis sont sur la balance , on marque le nombre des articles sur le talon, sur le coupon destiné au facteur , sur le bulletin et sur un nombre de numéros égal à celui des articles ; on inscrit ensuite le poids et l'excédant de poids, s'il y en a, sur le talon et sur le bulletin ; on colle sur les différents articles les numéros préalablement séparés des autres coupons ; on sépare le bulletin et on le remet au voyageur avec son billet. Cette manipulation est très-rapide ; on se sert de crayon rouge pour faire toutes les écritures. On prend le billet du voyageur et on ne le rend qu'avec le bulletin de bagages pour éviter la confusion et la fraude ; dès que ce billet a été timbré, il devient impossible au voyageur de présenter son bagage à plusieurs reprises et de le faire enregistrer sous plusieurs numéros pour éviter de payer un excédant de poids. Les numéros qui n'ont pas été détachés pour être collés sur les articles, restent attachés au bulletin, et trouvent une application utile au moment de la distribution des bagages ainsi qu'on le verra plus loin.

Enregistre-
ment.

Ainsi que les bulletins l'indiquent, dans le cas où les bagages auraient été perdus , la compagnie rembourse au porteur 1 thaler par livre (3 f. 71 pour 0^{ks} .467). Les voyageurs peuvent en outre assurer leurs bagages en payant 1/2 p. 0/0 du surcroît de valeur qu'ils déclarent et que le receveur inscrit sur le bulletin.

**Remise
au facteur.**

Dès que le bureau des bagages est fermé, c'est-à-dire un peu avant le départ du train, les coupons de la deuxième colonne sont séparés de la souche ; le receveur les remet au facteur, fait pour chaque station le compte des articles et l'inscrit sur la feuille de station (formule n° 7 ou 7 bis) qui reste entre les mains du facteur depuis le départ jusqu'à l'arrivée. Cette inscription sur la feuille du facteur vaut décharge de la part de celui-ci.

Arrivé à la première station, le facteur remet la feuille de coupons formant feuille de route et les articles qui s'y rapportent à l'employé de la station chargé de recevoir les bagages ; il fait inscrire le nombre des articles qu'il reçoit en compte sur sa feuille et prend les nouvelles feuilles de coupons détachées des souches et des articles destinés aux stations suivantes. La même manœuvre se répète de station en station jusqu'à l'extrémité de la ligne.

Distribution.

La distribution des bagages se fait dans un local disposé de telle sorte que les voyageurs puissent voir et reconnaître leurs articles sans cependant pouvoir les atteindre. Les bagages extraits du wagon sont rangés suivant la couleur des étiquettes et autant que possible d'après les numéros qui y sont inscrits, et sont délivrés aux voyageurs en échange de leur bulletin.

La possibilité que l'on ménage aux voyageurs, de reconnaître leurs articles et de les désigner au moment où on les décharge, facilite la manœuvre. L'indication sur chaque numéro du nombre des objets appartenant à la même personne n'est pas moins utile, pour le classement des colis avant la distribution. Lorsqu'un voyageur ne veut pas attendre lui-même qu'on lui délivre son bagage, il peut donner son bulletin, après avoir inscrit son adresse sur les numéros qui restent ou bien au dos, à l'un des facteurs de l'administration portant une plaque et un numéro. Il peut être sûr ainsi de recevoir très-promptement son bagage à son domicile ; il peut également aller directement chez lui et envoyer ses domestiques prendre ses bagages. Les bulletins rendus en échange des articles sont rattachés aux coupons livrés par le facteur du train, et renvoyés à la station d'où ils sont partis. Là on les rattache à la souche et on reconstruit le registre, ce que l'on pourrait également faire au bureau du contrôle. Cette reconstruction des registres sert de vérification pour tout le mouvement des bagages, décharge la compagnie de sa responsabilité, et donne les éléments de la recette pour excédant de poids.

Bulletins
égarés.

Dans le cas où un voyageur viendrait à perdre son bulletin, le préposé de la compagnie ne doit lui délivrer ses articles que dans le cas où il est suffisamment connu, et après lui avoir fait signer une déclaration par laquelle il reconnaît *qu'ayant égaré son bulletin il a reçu de la compagnie les articles de bagages désignés par le numéro et la destination qu'ils portent*; il certifie en outre que sa déclaration est sincère et véritable, et s'engage en son propre nom à répondre personnellement pour toute réclamation qui pourrait être adressée à la compagnie sur la production de ce bulletin. Lorsque le voyageur est inconnu, il doit se faire cautionner par une personne connue qui signe sur le revers de cette déclaration, ou se faire reconnaître par tout autre moyen. Cette déclaration inscrite sur une formule imprimée de la même forme et de la même dimension que le bulletin est attachée à la souche en son lieu et place.

La recette pour excédant des bagages est portée chaque jour et à chaque station sur le grand livre des transports. Cette inscription est faite en un seul article sous la rubrique *port payé (francatur)*, ce qui simplifie cet article de la comptabilité et donne lieu à un nouveau contrôle.

La compagnie du chemin de fer de Leipzig à Dresde se loue beaucoup de ce système d'expédition des bagages, qui présente une grande sécurité pour les voyageurs et pour l'administration. Il est assez expéditif pour qu'à l'époque même de la foire de Leipzig, où chaque train comprend quinze à vingt voitures de voyageurs, l'enregistrement des bagages ne demande pas plus de quinze à vingt-cinq minutes.

3° *Marchandises.*

La disposition des écritures est telle qu'à chaque extrémité un seul employé pour le départ des marchandises, et un autre pour l'arrivée, puissent tenir tous les comptes; en cas de presse seulement on leur adjoint des auxiliaires sans qu'il en résulte de perturbation dans le service. L'expédition des marchandises aux stations intermédiaires, où le trafic a peu d'importance, est confiée au surveillant en chef de la station. Le contrôle de cette partie du service se fait au moyen de registres dressés d'après la formule numéro 8, et de rapports journaliers formule numéro 9.

Comptabilité.

Chacune des stations ayant des marchandises à expédier vers

sept autres stations on commence, le premier de chaque mois, sept registres (n° 8) pour les marchandises à petite vitesse, et sept autres pour les marchandises à grande vitesse parmi lesquelles on comprend le transport des équipages.

Ces registres sont clos chaque mois et envoyés au bureau central avec un résumé dressé d'après la formule numéro 10 ; ils sont revus et contrôlés avec les rapports journaliers.

**Lettres
de voiture.**

Pour faciliter la remise des marchandises à la gare, la compagnie délivre aux négociants, moyennant un prix très-modique, des formules de lettres de voiture uniformes, ce qui fait gagner beaucoup de temps pour le classement de ces pièces. Dans tous les cas la lettre de voiture est obligatoire.

Vérification

Les marchandises sont remises entre les mains du préposé au pesage ; celui-ci souligne tous les articles portés sur la lettre de voiture, quand il a vérifié le poids, la solidité de l'emballage, etc. Sur chaque article, on colle un petit bulletin sur lequel est imprimé en noir le nom de la station pour laquelle il est destiné, et en rouge celui de la station de départ, exactement comme pour les bagages ; ce système est le meilleur moyen d'éviter des erreurs dans le déchargement des marchandises aux stations intermédiaires ; on inscrit ensuite sur les lettres de voiture un numéro, courant à partir de l'unité. Après que les articles ont été inscrits avec l'indication de la marque, du numéro et du poids sur le registre de pesées, les consignataires sont renvoyés au receveur pour payer le port, s'il y a lieu, ou recevoir le remboursement de leurs avances. Le préposé au pesage remet directement les marchandises au facteur du train, en spécifiant seulement le nombre ; celui-ci est responsable du chargement et du déchargement au lieu de destination.

**Enregistre-
ment.**

Le receveur place les lettres de voitures destinées à chaque station dans une case spéciale, les inscrit d'après leur numéro sur les registres n° 8, et porte dans les colonnes correspondantes les sommes requies pour port payé, les sommes payées en remboursement, la taxe calculée d'après le poids, la distance à parcourir et la nature de la marchandise, et fait le total des deux derniers articles dans la colonne de la somme totale à recevoir. Il dresse ensuite des extraits des registres de chaque station, qui servent de feuille de route ; celles-ci (formule n° 11) sont remises au facteur avec les lettres de voiture.

**Feuilles
de route.**

Quand le dernier train de la journée est parti, les trois

colonnes du registre *port payé*, *déboursé* et *total* sont totalisées et inscrites sur le rapport journalier qui est envoyé au bureau central après que le receveur en a pris note sur son journal. Dans ce bureau, on porte à son compte *en débit* le *port payé* et *en crédit* le *déboursé*; les sommes à recouvrer à chaque station sont portées au compte de l'expéditeur de cette station *en débit*. De cette manière la comptabilité de toutes les stations, quelque nombreuses qu'elles puissent être, s'établit avec le plus grand ordre, et le compte de chaque expéditeur est toujours exactement débité et crédité. Il est évident qu'il s'établit de cette manière un contrôle direct, exercé non-seulement par le bureau central, mais encore par les receveurs qui doivent revoir tous les comptes qui leur viennent des autres stations. Ceux-ci doivent porter sur le rapport journalier toutes les sommes dont ils ont à faire le recouvrement pour les bureaux de départ. Ce dernier compte est toujours en retard de deux jours, c'est-à-dire que l'expéditeur porte, par exemple, sur son rapport du 16 les recouvrements dont il a été chargé à la date du 14; ce délai est nécessité par la longueur du chemin et l'ordre des trains.

(Contrôle.

Les rapports journaliers servent à dresser un état journalier de la recette pour les marchandises d'après la formule n° 16, exactement comme pour la circulation des voyageurs; on doit retrancher de la recette totale du jour les déboursés qui, en dernier résultat ne restent pas dans la caisse de la compagnie.

Récapitulation
des recettes.

Les expéditeurs qui ne font que peu de recette en argent reçoivent de la caisse centrale les sommes nécessaires pour le paiement des déboursés. Le règlement des comptes des receveurs pour les marchandises se fait comme pour les voyageurs, sur double certificat, et par envoi d'argent comptant; un de ces certificats est envoyé au receveur avec la signature du caissier pour reçu de de l'argent et celle du teneur de livres pour approbation des écritures.

Règlement
des comptes.

On emploie pour le service des marchandises la même feuille de station que pour les bagages (formule n° 7); c'est sur ce bulletin que le facteur du train donne décharge des articles qu'il reçoit, en y faisant inscrire le nombre de ces articles.

A l'arrivée du train à chaque station, le facteur remet à l'employé, que cela concerne, la feuille de route, les lettres de voiture qui en dépendent, et les différents colis qui lui sont adressés;

Livraison
des mar-
chandises.

celui-ci est chargé de délivrer contre quittance les articles dont le port a été payé, et de faire rentrer les sommes afférentes à chacune des lettres de voiture pour lesquelles le port reste à payer. Aux extrémités de la ligne où le mouvement des marchandises est important, il y a une distinction complète entre les deux services de départ et d'arrivée; chacune a son expéditeur ou receveur spécial et sa comptabilité séparée.

Camionnage. La compagnie ne se charge du camionnage qu'à Leipzig et à Dresde. L'expéditeur préposé à l'arrivée des marchandises prépare aussitôt, d'après les indications des lettres de voiture, la distribution des marchandises dans la ville; il se sert pour cela de feuilles dressées d'après la formule n° 12.

Il inscrit sur une même feuille la quantité de marchandises convenable pour la charge d'un camion; il remet ces feuilles à son aide spécialement préposé à la livraison des marchandises; celui-ci les répartit avec les articles qui s'y trouvent inscrits entre les différents facteurs, qui doivent les rendre après avoir fait la distribution à domicile, et fait signer les destinataires dans la dernière colonne. L'expéditeur retient les lettres de voiture et fait toucher le montant des sommes qui s'y trouvent inscrites par un garçon de caisse, qui doit fournir un cautionnement.

Aux stations intermédiaires, l'expéditeur envoie au destinataire la lettre de voiture avec le bulletin d'avis n° 13; il ne délivre les articles que sur la présentation de ce bulletin acquitté, et après le paiement du prix de transport.

Délai pour le transport. Les lettres de voiture ne spécifient que pour la forme le délai dans lequel doit se faire la livraison; l'expédition des marchandises se fait toujours aussi rapidement que possible, et il ne s'écoule ordinairement qu'un petit nombre d'heures depuis le moment où elles sont enlevées au domicile de l'expéditeur jusqu'à celui où elles sont délivrées au domicile du destinataire. On inscrit seulement en tête pour satisfaire aux prescriptions des lois de douane, *à livrer dans trois jours*, parce que tout voiturier qui est trouvé avec une lettre de voiture sans indication du délai de la livraison est passible d'une amende.

Assurance. La compagnie garantit complètement toute perte ou toute avarie des marchandises. La banque de Gotha, par un arrangement particulier, assure la compagnie contre l'incendie moyennant une très-faible prime, de telle sorte que celle-ci peut garantir un remboursement de 50 thalers par quintal ou 3,710 fr. par tonne, pour

culation
s mar-
dises sur
usieurs
emius.

Camionnage.

**Délai pour
le
transport.**

Assurance.

les marchandises qui lui sont remises sans déclaration de valeur, ou assurer la valeur déclarée moyennant 5 pfennings par 1,000 thalers (1/72,000) de l'excédant de cette valeur déclaré dans la lettre de voiture.

L'échange des marchandises d'un chemin à l'autre est facilité par le système qui vient d'être décrit. Si l'on suppose que les chemins de fer de Hambourg à Trieste soient terminés, les uns appartenant à des compagnies, les autres aux gouvernements des pays qu'ils traversent, et que l'on délivre à Hambourg directement pour Trieste une lettre de voiture accompagnant un envoi de 10 quintaux de marchandises, l'expéditeur ayant en outre à se faire rembourser de ses avances montant à la somme de 100 marcs banco (monnaie de Hambourg), les comptes successifs pourront s'établir de la manière la plus simple au dos de la lettre de voiture ou sur une feuille qui lui sera attachée, ainsi qu'il suit :

Circulation
des mar-
chandises sur
plusieurs
chemins.

EXPLOITATION. **DE HAMBOURG A TRIESTE PAR LEIPZIG.**

1° DE HAMBOURG A BRUNSWICK. — Remboursement.... marcs banco 100

Timbre du chemin de fer de Hannover.	Soit en monnaie de Prusse. Taxe d'après le tarif.	thalers. gros.	
		50 »	
		4 4	
	Remboursement....	thalers. gros.	
		54 4	

2° DE BRUNSWICK A MAGDEBOURG. — Taxe d'après le tarif.

Timbre du chemin de fer du Brunswick.	Droits de douane pour transit.....	2 12	
	Réparations de l'emballage.....	1 8	
		» 4	
		58 4	
	Remboursement....	thalers. silberg.	
		58 5	

3° DE MAGDEBOURG A LEIPZIG. — Taxe d'après le tarif..

Timbre du chemin de fer de Magdebourg à Leipzig.	Remboursement..	thalers. n. gros.	
		61 25	

4° DE LEIPZIG A DRESDE. — Taxe d'après le tarif.....

Timbre du chemin de fer de Leipzig à Dresde.	Réparations de l'emballage.....	3 10	
		» 4	
	Remboursement....	thalers. n. gros.	
		65 9	
	Soit en monnaie d'Autriche,	flor. de conv. kreuz.	
		100 6	

5° DE DRESDE A PRAGUE. — Taxe d'après le tarif.....

Timbre des chemins de fer autrichiens.	Réparations de l'emballage.....	8 »	
	Feuille de route, droits de timbre, etc.	» 15	
		3 4	
	Remboursement....	florins. kreuz.	
		114 25	

6° DE PRAGUE A VIENNE. — Taxe d'après le tarif.....

Timbre du chemin de fer du Nord.	Réparations de l'emballage.....	13 »	
		» 15	
	Remboursement....	florins. kreuz.	
		129 40	

7° DE VIENNE A TRIESTE. — Taxe d'après le tarif.....

Timbre des chemins de fer autrichiens.	Total.....	20 »	
		florins. kreuz.	
		149 40	

On voit ainsi que le chemin de fer de Hannover qui commence à Hambourg, paye au négociant de Hambourg qui livre la marchandise ses déboursés, ajoute à cette somme la taxe conforme à ses tarifs, et se fait rembourser par le chemin de Brunswick la somme totale, le timbre appliqué par le préposé du chemin de Hannover au moment où se fait l'échange, vaut quittance du remboursement qu'il reçoit. La même manœuvre se répète de proche en proche jusqu'à Trieste, où la somme totale représentant le déboursé du dernier chemin et la taxe qui lui est due, est payée par le destinataire. Cet exemple fait voir avec quelle simplicité l'échange des marchandises peut se faire entre les différents chemins. Tous les comptes s'établissent, sans la moindre peine, sur la lettre de voiture, ce qui a en outre l'avantage de fournir au destinataire qui règle en dernier lieu la dépense, le moyen de se rendre compte du détail des frais supportés par sa marchandise. Les comptes peuvent s'établir mensuellement entre les administrations de chemins de fer qui sont en contact, au moyen de registres de décharge tenus contradictoirement, ou de toute autre manière aussi simple.

Sur le chemin de fer de Leipzig à Dresde les trains de voyageurs sont accompagnés par un conducteur chef de train, et ceux de marchandises par un facteur chef de train, qui doivent remettre après chaque voyage, au bureau central, un rapport dressé sur le modèle n° 15; au moyen de ce rapport on peut établir un état complet du parcours des locomotives et des voitures et wagons de toute espèce.

Service des
locomotives
et des
voitures.

Ce système d'expédition est complet, et s'applique très-bien à des chemins placés dans les mêmes conditions que celui de Leipzig à Dresde. Pour une circulation très-active sur une petite ligne, ou pour une ligne d'une très-grande longueur, comme il y en aura bientôt à exploiter en France, il serait difficile de l'appliquer sans modifications, principalement pour ce qui concerne la distribution des billets de voyageurs. J'ai pensé qu'il était d'autant plus

utile d'en reproduire la description, que dans les ouvrages publiés sur les chemins de fer, on a presque toujours négligé les détails de ce genre, qui ont cependant une grande importance dans la pratique.

Échange des
voyageurs
entre divers
chemins.

Les compagnies ou les directions des chemins de fer qui s'embranchent les uns sur les autres ou se succèdent dans une même direction, ont pris, en Allemagne, tous les arrangements nécessaires pour éviter aux voyageurs les inconvénients du transbordement; on change encore de voitures en passant d'un chemin sur l'autre, mais on peut prendre des billets et des bulletins de bagages pour aller d'une extrémité à l'autre du réseau. A la gare du chemin de fer d'Anhalt à Berlin, les voyageurs prennent des billets et font enregistrer leurs bagages pour Brunswick; ils parcourent les chemins d'Anhalt, de Magdebourg à Leipzig, de Magdebourg à Halberstadt et de Brunswick sans avoir à s'occuper de leurs bagages. A Cologne, on peut prendre à la station du chemin de fer du Rhin des billets pour toute la Belgique et même pour Londres. Les billets pris à Cologne pour l'Angleterre peuvent servir pendant un mois, et, à chaque section parcourue par le voyageur à des intervalles de temps plus ou moins éloignés, on détache un coupon du billet. Ce système d'échange de voyageurs prendra nécessairement un développement plus considérable quand le réseau allemand sera complet; il sera facilité par l'existence de l'union douanière.

On a cherché sur quelques chemins, sur celui de Vienne à Gloggnitz et sur ceux de l'État de Bavière, à faciliter l'entrée des voyageurs dans les voitures et le contrôle, en donnant aux billets des couleurs semblables à celles des caisses de voitures; sur le chemin de Munich à Augsbourg, les billets ont une couleur uniforme, mais portent imprimés en noir, un, deux ou trois points carrés d'un centimètre de côté, qui frappent les yeux de loin et permettent aux conducteurs de vérifier facilement si les voyageurs sont dans les voitures pour lesquelles ils ont payé la taxe.

Contrôle
en route.

Sur le chemin de fer de Bade, les conducteurs vont de voiture en voiture, pendant la marche, pour prendre les billets des voyageurs qui descendent à la station voisine; les voitures sont fermées à clef et ils n'ouvrent que les caisses où ils ont reçu des bulletins. Sur la plupart des autres chemins, on vérifie les billets au moment où les voyageurs prennent leur place, en déchirant le coupon, on les contrôle à des époques indéterminées pendant le trajet et on les reprend à la sortie des gares.

§ 2. *Transport.*

On retrouve en Allemagne, comme dans les autres pays, trois classes distinctes de trains : les trains des voyageurs proprements dits, affectés spéciale-

Nature des
trains.

ment au transport des personnes, des bagages, des articles de messageries et des équipages, et comprenant quelquefois comme complément de charge des wagons de marchandises; les trains mixtes transportant à la fois des voyageurs et des marchandises; les trains de marchandises proprement dits, marchant à petite vitesse et transportant accessoirement des voyageurs des classes inférieures, souvent à prix réduits.

Nombre des
trains.

Les trains sont généralement peu nombreux, sauf quelques exceptions sur des chemins très-fréquentés. J'ai réuni dans un même tableau le nombre des trains mis en mouvement chaque jour, pendant le service d'été de l'année 1844, sur les différents chemins de fer allemands, et partant de la gare principale; quelques-uns de ces trains ne parcourent qu'une partie de la distance totale ou desservent des embranchements; pour tenir compte de cette circonstance, j'ai distingué dans le tableau trois catégories : T, trains parcourant toute la distance; P, trains parcourant une partie de la distance; E, trains desservant des embranchements. Une quatrième catégorie F indique les trains qui ne circulent que les jours de fête, ou quelquefois dans la semaine pour des services spéciaux et qui ne parcourent le plus souvent qu'une partie du chemin de fer. Les nombres inscrits dans le tableau se rapportent au mouvement dans un seul sens.

SERVICE D'ÉTÉ EN 1844.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	CATÉGORIES.	NOMBRE DES TRAINS.				
		Voyageurs.	Mixtes.	Marchandises.	Total	
					Par catégorie.	Par chemin.
Grand-duché de Bade.....	T.	2	1	»	3	
—	P.	8	»	»	8	12
—	F. P.	4	»	»	4	
Nürnberg à Fürth.....	T.	13	»	»	13	13
Munich à Augsbourg.....	T.	»	3	»	3	
—	F. P.	1	»	»	1	4
Vienne à Gloggnitz.....	T.	2	1	3	6	
—	P.	6	»	»	6	19
—	F. T.	4	»	»	4	
—	F. P.	6	»	»	6	
Nord de l'empereur Ferdinand.	T.	4	1	4	3	14
—	E.	7	4	»	14	
Haute-Silésie.....	T.	3	»	»	3	3
Breslau, Freiburg et Schweidnitz.	T.	3	»	»	3	
—	F. T.	4	»	»	1	4
Berlin à Francfort-sur-l'Oder....	T.	2	»	1	3	
—	F. P.	4	»	1	4	4
Berlin à Stettin.....	T.	2	»	1	3	
Berlin à Potsdam.....	T.	6	»	»	6	3
—	F. T.	4	»	»	1	7
Berlin à Anhalt.....	T.	2	1	1	4	
Magdebourg à Leipzig.....	T.	3	1	1	5	4
—	P.	1	»	»	1	6
Magdebourg à Halberstadt.....	T.	2	»	1	3	
Dusseldorf à Elberfeld.....	T.	»	5	»	5	3
—	F. T.	»	»	1	1	6
Bonn à Cologne.....	T.	6	»	»	6	
Rhénan.....	T.	2	1	1	4	6
—	P.	4	1	»	2	
Leipzig à Dresde.....	T.	2	1	1	4	4
Saxon-Bavarois.....	T.	»	2	»	2	
—	P.	1	»	»	1	3
Brunswick à Harzburg.....	T.	»	3	»	3	
Brunswick à Magdebourg.....	T.	2	»	1	3	3
Brunswick à Hanovre.....	T.	1	2	»	3	
Hambourg à Bergedorf.....	T.	6	»	»	6	3
—	F. T.	2	»	»	2	8
Taunus.....	T.	6	»	»	6	
—	P.	1	»	»	1	10
—	F. P.	3	»	»	3	

Les nombres renfermés dans la dernière colonne du tableau qui précède indiquent le nombre des trains qui sont mis en mouvement dans chaque sens, les jours où la circulation a le plus d'activité; il faut remarquer seulement que sur le chemin de Vienne à Gloggnitz, deux trains de marchandises cessent de marcher le dimanche et les jours de fête, pour faire place aux trains de promenade.

Heures
de départ.

Sur aucun des chemins de fer allemands, la circulation n'est assez active ou le parcours assez long pour qu'il soit nécessaire de faire marcher les trains la nuit; sur le chemin de Leipzig à Dresde, le train de marchandises qui part le soir s'arrête en route pour passer la nuit. Les premiers trains de voyageurs partent ordinairement à 6 heures du matin. Les heures de départ sur les chemins de fer à une voie sont calculés pour que les trains partis des extrémités opposées arrivent exactement au même instant aux stations où il y a des gares d'évitement. Sur quelques lignes d'une faible longueur, comme celle de Berlin à Potsdam, les trains ne se croisent que rarement en route; les départs alternent d'une extrémité à l'autre.

Croisement
des trains.

Toutes les fois que les départs ne sont pas très-multipliés, et que la longueur totale du parcours n'est pas très-considérable, ne dépasse pas par exemple 100 à 120 kilomètres, chaque train, fran-

chissant la distance entière en 3 ou 4 heures, on peut faire partir de chaque extrémité des trains à 2 heures ou 2 heures 1/2 d'intervalle, en réservant une demi-heure pour les chances des retards; il n'y a en route qu'un seul croisement qui s'effectue vers le milieu. Si l'on place, en outre, une machine de secours à ce point, le retard de l'un des trains pourra bien arrêter dans sa marche le train opposé qui devra attendre sur la gare d'évitement, mais généralement il n'en résultera pas de perturbation pour le reste du service. Sur les chemins de fer d'Allemagne, la vitesse étant très-modérée et la charge le plus souvent assez faible, les retards sont peu fréquents, et, sous ce point de vue, l'exploitation sur une voie ne présente pas d'inconvénients sérieux. Lorsque, au contraire, la circulation est active et que le développement de la voie unique est considérable, ces inconvénients se font sentir d'une manière sensible.

Le chemin de fer du grand-duché de Bade, livré maintenant à la circulation sur une seule voie de Mannheim à Freiburg, sur une longueur totale de 207 kilomètres, l'embranchement de Kehl non compris, commence à ne plus suffire aux besoins du trafic; chacun des trains qui parcourent la distance entière en croise 3 ou 4 autres en route, et si l'un d'eux éprouve un retard, le service peut se trouver dérangé sur toute la ligne pendant toute la journée.

Un fait de ce genre s'est présenté lorsque j'ai parcouru le grand-duché de Bade; le train parti d'Offenburg pour Mannheim à 6 heures 45' du matin, ayant éprouvé un retard de 30' avant d'arriver à Carlsruhe; le dernier train parti de Mannheim à 6 heures 1/2 du soir ressentait encore le contre-coup de ce retard. C'est sans doute pour empêcher le retour fréquent de semblables perturbations, que le gouvernement du grand-duché de Bade s'est décidé récemment à faire poser la seconde voie.

J'ai déjà fait voir que la sécurité des voyageurs n'était pas compromise par une exploitation de ce genre, c'est donc l'importance du trafic et la nécessité d'une régularité aussi complète que possible dans le service, que l'on devra mettre en balance avec l'économie de premier établissement, lorsqu'il faudra faire un choix entre la voie double et la voie simple.

Gares d'évitement.

La distance des gares d'évitement ne doit pas être réglée seulement sur le nombre et les heures de départ des trains; il est nécessaire de les multiplier, pour avoir la facilité de changer les combinaisons du service, d'expédier des trains extraordinaires, etc., et, en outre, pour permettre à un train retardé dès son départ de se garer avant le point de croisement, pour laisser passer le train qui sans cela aurait à supporter le même retard; le train en retard, arrivé

à la première station, se range sur la voie d'évitement, et le chef de gare transmet par les télégraphes le signal : *le train attendu ne partira pas de la station*. Le train qui attendait au croisement peut alors partir en toute sécurité. Sur le chemin de fer d'Anhalt, les trains d'une importance secondaire cèdent le pas aux trains partis de Berlin, pour correspondre à Köthen avec les trains de Magdebourg à Leipzig, qui transportent à Dresde et Hannovre les dépêches et les voyageurs ; ces trains, lorsqu'ils ont du retard, se rangent à l'une des gares d'évitement qui précèdent celle de Wittenberg où le croisement s'effectue lorsque leur marche est régulière. La distance des gares d'évitement sur les chemins à une seule voie est d'environ 15 à 20 kilomètres.

Les voitures destinées aux voyageurs sont de formes très-variées, elles ont été précédemment décrites ; celles de troisième classe sont toujours couvertes l'hiver, mais l'été, lorsqu'il fait beau temps, on met en service sur beaucoup de chemins des voitures découvertes. On remarque même sur le chemin de Breslau à Freiburg des voitures découvertes, que l'on recouvre pendant l'hiver d'un toit en toile goudronnée supporté par des tringles en fer, que l'on fixe sur la caisse. Les bancs des voitures de 3^e classe sont en bois et non rembourrés. Les côtés sont fermés par des rideaux en cuir ou en toile goudronnée, qui s'ouvrent latéralement ou de bas

Voitures de voyageurs.

en haut; dans ce dernier cas, ils s'enroulent sur eux-mêmes et s'attachent par des courroies en haut des portières; dans les voitures de 3^e classe les plus récentes, les côtés sont fermés par des panneaux et des glaces mobiles. Les voitures de 4^e classe n'ont pas de sièges et sont découvertes; on y entasse les voyageurs autant qu'il peut en tenir; dans le pays de Bade, à l'époque des mouvements de la landwehr, on affecte à ce service des wagons à marchandises ou à bestiaux de haut bord.

Usage du
tabac.

Il est permis de fumer dans les voitures de 3^e classe et presque toujours dans celles de 2^e; on ne peut fumer, dans les voitures de 1^{re} classe, qu'avec l'agrément de tous les voyageurs qui se trouvent dans une même caisse; cette réserve n'est que pour la forme, et, en réalité, on fume dans toutes les voitures, dans les gares et dans les salles d'attente. On ne cite pas d'accident qui ait été occasionné par des fumeurs.

Chevaux et
bestiaux.

Les chevaux sont transportés généralement dans des wagons-écuries; cependant on en transporte aussi dans des wagons à bestiaux ordinaires, en ayant soin de leur bander les yeux et de mettre auprès d'eux un gardien qui les tient par la longe ou la bride. Le transport des bestiaux ne présente rien de particulier. Sur la plupart des chemins, on n'admet les chevaux et les bestiaux qu'avec un gardien chargé

de les surveiller en route, et qui paye le prix de la 3^e classe ; on ne répond pas des accidents qui peuvent arriver aux animaux pendant le trajet.

Le transport des marchandises s'effectue quelquefois par voitures chargées que l'on place avec leurs roues sur des plates-formes. Sur le chemin de fer du Nord, en Autriche, on charge sur des plates-formes de grands chariots à 4 roues, sans enlever les timons ; on tourne 2 de ces chariots face à face , et l'on croise les timons qui reposent sur une plate-forme intermédiaire, faisant en même temps fonction de barre d'attelage. Sur le chemin de fer de Leipzig à Dresde , on a construit un grand wagon américain pour le transport simultané d'un chariot et d'un attelage composé de 4 chevaux ; on accule le wagon contre le quai de chargement, on dételle les 2 chevaux de devant , et les 2 autres traînent le chariot sur le wagon , et restent attelés et surveillés par un conducteur ; les 2 chevaux dételés prennent place derrière avec un second conducteur. On prétend que cette disposition est très commode, et que son application n'a été restreinte que par le peu d'élévation des ouvrages d'art sous lesquels passe le chemin, ce qui ne permet de transporter que des chariots non bâchés ; on se sert fréquemment du wagon construit pour cet usage, et on l'affecte généralement à des transports de bois. Ce mode de transport est évidemment celui qui conviendrait le

Marchan-
dises.

mieux aux voitures d'agriculture qui approvisionnent les marchés des villes, aux fourgons d'artillerie, etc., et dans tous les cas où il est nécessaire de transporter, à la fois, le véhicule et le conducteur; il paraît très-bizarre, mais l'exemple du chemin de fer de Leipzig à Dresde, doit encourager à en répéter l'essai, toutes les fois que l'application pourra en être utile.

Charge des
trains.

La charge des trains est très-variable, elle est limitée surtout par le peu d'importance du trafic; la plupart des chemins n'ont que de faibles pentes, et les machines ordinairement employées remorqueraient facilement 20 wagons de voyageurs. Sur le chemin du Nord en Autriche, la composition des trains de voyageurs varie de 16 à 20 voitures, celle des trains de marchandises de 30 à 70 wagons; sur celui de Berlin à Francfort-sur-l'Oder, où il existe des pentes de 8^{mm},6 et 8^{mm},8 par mètre,

Un train de voyageurs se compose moyennement de :

En été.

	tonnes.
1 wagon à bagages.....	6,6
1 » 1 ^{re} et 2 ^e classe.....	10,6
2 » 3 ^e »	18,3
1 » poste... ..	3,5
1 » à équipages.....	2,2
120 voyageurs.....	9,0

TRANSPORT.	439
Bagages, articles de messageries.....	3,5
Paquets de la poste.. ..	1,5
1 équipage.....	1,5
Total.....	56,7

En hiver.

	tonnes.
1 wagon à bagages.....	6,6
1 » 1 ^{re} et 2 ^e classe.....	10,6
1 » 3 ^e »	9,2
1 » poste.....	3,5
90 voyageurs.....	6,7
Bagages et articles de messageries.....	2,2
Paquets de la poste.....	1,5
Total.....	40,3

Un train mixte se compose, en été comme en hiver, de :

	tonnes.
1 wagon à bagages.....	6,6
1 » 1 ^{re} et 2 ^e classe.....	10,6
1 » 3 ^e »	9,2
3 » à marchandises	19,8
1 » poste.....	3,5
110 voyageurs.....	8,2
Bagages, etc.....	3,5
Paquets de poste.....	1,5
Marchandises	18,0
Total.....	80,9

A l'époque de la foire de Leipzig et pendant toute sa durée, la circulation devient très-active sur tous les chemins de fer qui aboutissent à cette ville, et l'on voit souvent des convois de 30 wagons de voyageurs remorqués par deux machines.

On tend en Allemagne, comme partout, à augmenter la charge des trains de marchandises pour diminuer l'encombrement des voies, et surtout pour diminuer les frais de traction. On a récemment essayé sur le chemin de fer de Bade, une machine à marchandises qui a remorqué sur des pentes de 3^{mm},3 une charge brute de 500 tonnes. J'ai, du reste, eu l'occasion de traiter déjà cette question, en décrivant le matériel.

Wagon
de sûreté.

Sur presque tous les chemins, le wagon à bagages, placé immédiatement derrière le tender, fait fonction de wagon de sûreté; cependant la compagnie de Vienne à Gloggnitz a toujours résisté à l'opinion publique, qui s'était vivement prononcée pour les wagons de sûreté, après l'accident du 8 mai; elle place immédiatement derrière le tender une grande voiture à voyageurs à 8 roues : la compagnie prétend que les voitures américaines à 8 roues présentent beaucoup plus de sécurité que les voitures à 4 ou à 6 roues, et que le wagon de sûreté, qui ne peut être qu'un wagon à 4 ou à 6 roues, devient lui-même quelquefois une cause de danger,

quand les essieux, etc., viennent à se rompre. Le véritable motif est le système adopté pour le transport des bagages, qui restent entre les mains des voyageurs ou sont placés dans des coffres sous les caisses des voitures.

Dans les voitures américaines, il y a toujours un conducteur à chaque extrémité, et les voyageurs ne peuvent pas tenter de sortir de la caisse pour se tenir sur la plate-forme, ou pour descendre pendant que le train marche encore, sans que le conducteur puisse s'y opposer. Les voitures ordinaires ont quelquefois les portières fermées à clef; dans ce cas, on a cherché par différents moyens à remédier aux inconvénients de la fermeture. Dans le grand-duché de Bade, on a placé dans chaque compartiment une clef des portières, renfermée dans un cadre derrière une vitre; une inscription placée au-dessous apprend aux voyageurs qu'en cas d'accident très-grave, ils peuvent briser la vitre pour prendre la clef et pour ouvrir les portières; mais que s'ils s'en emparent, au contraire, sans nécessité, ils sont passibles d'une forte amende.

Fermeture
des voitures.

Sur le chemin de Berlin à Francfort-sur-l'Oder, et sur d'autres encore, on a placé dans chaque caisse isolée un drapeau vert, roulé et attaché par des courroies, que les voyageurs peuvent prendre et agiter, *en cas d'absolue nécessité*, pour prévenir les conducteurs, qui font arrêter le train.

La fermeture des portières n'a que peu d'inconvénients; en cas d'accident, si le choc n'avait pas fait ouvrir les portières, les voyageurs pourraient les briser sans un très-grand effort, s'il y avait danger imminent à ne pas descendre. On peut toujours disposer la serrure de telle sorte qu'il soit possible de la faire sauter d'un seul coup de pied, et, par suite, les clefs ou les signaux placés dans l'intérieur des voitures sont à peu près complètement dépourvus d'utilité. Mais la fermeture des voitures n'est salutaire qu'au début d'une exploitation, et dans un pays où le public n'est pas encore familiarisé avec l'exploitation des chemins de fer; cette première période passée, on peut, sans inconvénient bien sérieux, donner satisfaction aux sentiments instinctifs des voyageurs, auxquels répugne toujours l'idée d'être enfermés.

Signaux sur
les trains.

Sur tous les chemins de fer allemands, on a pourvu à l'établissement d'un système complet de signaux sur les trains, soit pour faire communiquer les conducteurs entre eux, soit pour les mettre en relation avec le mécanicien. Sur le chemin de Vienne à Gloggnitz, où l'on fait exclusivement usage de voitures américaines, pour les voyageurs les conducteurs communiquent de proche en proche entre eux, et le conducteur en chef, qui est immédiatement derrière le tender et au même niveau, peut communiquer de vive voix avec le mécanicien.

Timbres.

Le chemin de fer de Berlin à Francfort ne fait également usage que de voitures américaines, mais les caisses sont distribuées en compartiments qui empêchent les conducteurs de communiquer d'un pont à l'autre. La communication s'établit au moyen de timbres placés aux extrémités de chaque voiture et sur chacun desquels agit, au moyen d'un fil de fer, le conducteur placé à l'autre extrémité; un conducteur et un timbre placés sur une petite galerie devant le wagon à bagages, complètent le système de transmission de signaux jusqu'au mécanicien.

Drapeaux et lanternes.

Sur plusieurs chemins, notamment sur ceux de Bade, de Munich à Augsbourg, du Nord de l'empereur Ferdinand, de Magdebourg à Leipzig, de Leipzig à Dresde, de Leipzig à Krimmitschau, de Brunswick et Hannovre, on place un garde spécial sur le tender pour tenir le mécanicien en relation avec les conducteurs; ceux-ci sont placés sur les impériales et tournent le dos à la machine; ils correspondent entre eux au moyen d'un drapeau le jour et d'une lanterne la nuit; la *sentinelle* du tender, c'est ainsi qu'on l'appelle, a toujours les yeux tournés vers le conducteur le plus voisin et transmet les signaux au mécanicien, qui arrête ou ralentit suivant la nature de ces signaux. Tantôt la sentinelle est placée derrière le tender sur un siège élevé, tantôt sur la plate-forme même du tender avec le mécanicien et le chauffeur; quelquefois l'homme

qui est préposé à la transmission des signaux est en même temps garde-frein. Ce système est très-bon, car la transmission du signal est très-rapide, et le mécanicien sait immédiatement s'il doit arrêter ou seulement ralentir. Il y a peu d'inconvénients en Allemagne, où la main-d'œuvre des agents inférieurs est à très-bas prix, à employer un garde spécial placé sur le tender; mais on pourrait facilement éviter cette dépense, en plaçant le premier conducteur sur l'avant du wagon à bagages, et disposant son siège de telle sorte qu'il tourne le dos à la machine ou soit placé de côté; dans cette position, il pourrait voir les signaux transmis de l'arrière, et correspondre de vive voix avec le mécanicien, dont il ne serait plus séparé que par la longueur du tender.

Sifflet de la machine.

En Prusse, on a généralement adopté un autre système. Dans tous les convois, les conducteurs sont mis en relation avec le mécanicien par une corde, qui s'étend sur toutes les voitures et qui vient agir sur le sifflet de la machine. L'extrémité d'une première corde est attachée au levier qui fait manœuvrer le sifflet, elle s'élève ensuite verticalement, passe sur une poulie fixée à l'extrémité d'une potence, et est renvoyée à l'arrière du tender où elle s'attache à une tige en fer, mobile dans une douille placée au sommet d'un support en fer. Cette tige horizontale est terminée par deux collets qui limitent son ex-

cursion depuis la fermeture complète jusqu'à l'ouverture complète du robinet du sifflet. D'autres fois, la corde est renvoyée sous le tender par un système de leviers coudés ou de poulies. Cette première partie de l'appareil est fixe, et la corde n'a besoin d'être détachée que lorsqu'on sépare le tender de la machine, ce qui n'arrive que très-rarement. Un instant avant le départ du train, un des conducteurs, ou un des hommes de peine de la gare, vient attacher une corde à l'extrémité de la tige horizontale fixée sur l'arrière du tender, la développe sur le train tout entier, en la passant de place en place dans des anneaux portés par les voitures. C'est sur cette corde que les conducteurs tirent pour faire manœuvrer le sifflet de la machine. Lorsque le mécanicien entend son sifflet siffler brusquement, sans qu'il y ait touché, il est prévenu qu'il se passe quelque chose d'extraordinaire dans le train, et alors arrête ou mieux commence par fermer le robinet du sifflet, fermer son régulateur et regarder à l'arrière; il aperçoit alors les signaux de détresse des conducteurs, ou est averti par un second coup de sifflet qu'il doit arrêter. En plaçant la corde du côté de l'entrevoie, elle ne gêne pas pour la manœuvre des grues hydrauliques. Cette disposition est très-sûre et d'une manœuvre facile; il faut seulement que le mécanicien s'assure de temps en temps que la tige horizontale est tirée à fond de course de son côté, et qu'il ait soin de rallonger ou de raccourcir

la corde suivant qu'elle est sèche ou mouillée; il serait du reste très-facile, pour prévenir l'effet de la sécheresse ou de l'humidité, d'employer une petite corde métallique très-flexible pour la partie fixe de l'appareil de transmission; il y aurait sans doute également avantage à faire agir la corde sur un sifflet spécial.

On a essayé de faire usage de sifflets à air comprimé placés sur les voitures; mais ces appareils sont d'un entretien gênant; le bruit de la machine en rend les sons difficilement perceptibles pour le mécanicien. Les essais sont restés sans succès.

Il est certainement très-utile de faire communiquer les conducteurs avec le mécanicien pour les cas de rupture d'essieux, de déraillement, d'incendie dans les voitures, de rixe entre les voyageurs, etc., mais il ne faut faire usage des signaux qu'avec une grande circonspection. Si un essieu vient à se rompre, et c'est là ce qui arrive le plus souvent, il peut y avoir avantage à n'arrêter que graduellement, pour éviter une sortie brusque de la voie et le renversement des voitures; il faut donc deux signaux, l'un pour le ralentissement, l'autre pour l'arrêt brusque. On peut, dans le système de transmission de conducteur à conducteur, *présenter* ou *agiter* le drapeau ou la lanterne, et dans le dernier système donner *un* ou *deux* coups de sifflet; le mécanicien commençant,

dès le premier coup de sifflet, à intercepter le passage de la vapeur dans les cylindres, et le chauffeur se préparant à serrer le frein.

Les arrêts des trains aux stations sont souvent très-prolongés, soit parce que les chemins sont à une seule voie et qu'il est nécessaire de donner aux deux trains, qui marchent en sens contraire, le temps de se croiser, soit à cause de la lenteur propre aux habitudes allemandes. Sur beaucoup de chemins, il y a aux stations principales des cafés devant lesquels les voyageurs ne passent jamais sans se rafraîchir. Le chemin de Vienne à Gloggnitz fait exception pour la rapidité du service des stations; celles-ci sont du reste très-multipliées, car il y a des trains qui s'arrêtent jusqu'à 23 fois dans un trajet de 75 kilomètres.

Arrêt aux stations.

J'ai réuni dans un même tableau tous les éléments nécessaires pour faire connaître le degré de rapidité avec laquelle sont parcourues les lignes allemandes.

Tableau des vitesses.

SERVICE D'ÉTÉ EN 1844.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	TRAINS DE VOYAGEURS.				TRAINS DE MARCHANDISES.			
	Durée totale.		Vitesse		Durée totale.		Vitesse	
	du trajet.	des station- nements.	brute.	en marche.	du trajet.	des station- nements.	brute.	en marche.
	h. m.	h. m.	km.	km.	h. m.	h. m.	km.	km.
Bade (de Mannheim à Offenbourg).....	5 14	0 58	27.4	33.6	6 46	1 19	22.9	29.1
Nürnberg à Fürth.....	0 12	»	30.0	30.0	»	»	»	»
Munich à Augsburg.....	2 30	0 45	23.9	34.2	»	»	»	»
Vienne à Gloggnitz (19 stations).....	2 52	0 24	26.2	30.0	4 45	»	15.8	»
Nord de l'empereur Ferdinand.....	7 45	1 13	26.4	31.4	10 30	1 53	19.5	23.1
Haute-Silésie.....	3 0	»	27.0	»	»	»	»	»
Breslau à Freiburg.....	2 0	»	29.8	»	»	»	»	»
Berlin à Francfort.....	2 40	0 22	30.4	35.3	3 47	0 46	24.4	27.1
Berlin à Stettin.....	4 20	0 39	31.0	36.5	5 21	1 4	25.4	31.1
Berlin à Anhalt.....	4 45	»	32.0	»	8 30	»	17.9	»
Magdebourg à Leipzig.....	3 0	»	39.4	»	4 30	»	26.3	»
Magdebourg à Halberstadt.....	2 0	»	29.3	»	»	»	»	»
Dusseldorf à Elberfeld.....	1 8	»	24.6	»	»	»	»	»
Bonn à Cologne.....	1 0	»	29.3	»	»	»	»	»
Rhénan.....	3 30	»	24.5	»	4 30	»	19.1	»
Leipzig à Dresde.....	3 0	»	38.2	»	5 0	»	22.1	»
Saxon-Bavarois.....	1 45	0 19	38.2	46.8	»	»	»	»
Altona à Kiel.....	3 0	»	34.6	»	»	»	»	»
Brunswick à Harzburg.....	1 35	»	28.8	»	»	»	»	»
Brunswick à Oschersleben.....	1 45	»	36.9	»	3 0	»	24.1	»
Brunswick à Hannover.....	1 30	»	39.4	»	»	»	»	»
Taunus.....	1 30	»	28.9	»	»	»	»	»

On peut juger d'après ce tableau que la vitesse est généralement très modérée; le cours, ne dépasse pas 30 kilom. à l'heure. On voit également sur les chemins de fer réunissant Hannover et Dresde, et qui présentent déjà une ligne continue de 400 kilom. de longueur, qu'on a senti la nécessité d'imprimer aux trains une marche plus rapide.

Cette vitesse, qui ne dépasse pas 40 kilom., arrêts compris, ne présente du reste rien d'extraordinaire. En Autriche, les règlements de police limitent à 37^{km},93 la vitesse des trains de voyageurs en marche, et à 22^{km},76 celle des trains de marchandises; en Bavière, le règlement de police du chemin de Munich à Augsbourg limitait à 36^{km},78 la vitesse en marche.

On ne retrouve en Allemagne aucun fait qui puisse aider à résoudre la question, agitée maintenant en Angleterre, celle des trains à grande vitesse. On cite seulement un accident occasionné par excès de vitesse sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz. Le 1^{er} mai 1845, par suite d'un retard éprouvé par le convoi de Grätz à Murzzuschlag sur le chemin de fer de Vienne à Trieste, le train de Gloggnitz était parti 20 minutes après l'heure; le mécanicien ayant imprimé une vitesse considérable à sa machine pour regagner le temps perdu, celle-ci sortit des rails sans qu'il ait été possible de constater d'autre cause de déraillement que la vitesse excessive, que l'on a évaluée à 75 kilom. à l'heure. Le train se composait d'une machine à 6 roues et de son tender, de 2 voitures à 8 roues et de 5 voitures à équipages à 6 roues; il pesait environ 50 tonnes, la machine et son tender non compris. La machine et les deux voitures américaines ont été renversées.

Sur le chemin de fer de Munich à Augsbourg, on Chauffage
des voitures.

applique couramment un système de chauffage pour les voitures, qui est fort simple et qui mériterait certainement d'être essayé. On place sous les banquettes, sur des tasseaux évidés, des cylindres en tôle de 0^m,14 de diamètre remplis de sable chaud. Deux cylindres occupent la longueur d'une banquette, et leur position est telle que les voyageurs placés sur la banquette opposée peuvent facilement y appliquer leurs pieds. Ces cylindres sont fermés à l'un des bouts par un couvercle qu'on enlève pour les vider et les remplir; on les chauffe sur une grille en les retournant fréquemment. Il est évident que le mode de chauffage du sable est imparfait, et qu'il vaudrait mieux, pour un grand nombre de voitures et de départs, le chauffer dans un four d'une construction spéciale et remplir à chaque fois les cylindres. On chauffe seulement les voitures de première et de seconde classe. Sur le chemin de fer saxon-bavarois et sur celui de Leipzig à Dresde, on pratique dans le plancher des voitures une cavité de 6 à 7 centimètres de profondeur, garnie en temps ordinaire d'un cadre en bois recouvert de planches, et dans laquelle on place en hiver des caisses en tôle pleines de sable chaud, et qui ne font pas saillie au-dessus du plancher.

Interruption
du service.

Les chemins de fer d'Allemagne, par la nature même du climat de ce pays, sont exposés à des interruptions de service très-importantes. L'hiver de 1844-

45 a été sous ce rapport un des plus fâcheux. Sur le chemin de fer d'Anhalt, du 20 au 27 février, la neige est tombée avec tant d'abondance, que des machines seules, envoyées au secours, sont restées enfouies dans la neige sans pouvoir avancer ni ruler; les voyageurs de plusieurs trains surpris en route, après avoir passé la nuit dans les voitures ou dans les villages voisins, n'ont pu arriver à leur destination qu'en traîneaux. A la même époque, la circulation a été interrompue, pendant plusieurs jours, sur les chemins de Leipzig à Dresde, Magdebourg à Leipzig, de Berlin à Stettin, de la Haute-Silésie, de Breslau à Freiburg, de Hannovre et Brunswick, etc. On a conclu des observations faites dans diverses circonstances, que les tranchées, qui souvent se remplissent de neige, n'ont aucune influence fâcheuse sur l'accumulation de celle-ci, lorsqu'elles sont dans des forêts ou lorsqu'elles sont orientées suivant la direction des vents qui règnent pendant l'hiver. Dans le premier cas, les arbres et les broussailles rompent le vent, et par suite la neige tombe tranquillement et reste où elle tombe; dans le second, le vent qui rase les flancs des tranchées et des remblais, les maintient dégagés de toute accumulation de neige. Si la direction du chemin croise celle du vent, ce sont les tranchées peu profondes qui courent le plus de danger d'être remplies et interceptées; tandis que dans les tranchées profondes, la neige chassée par le vent s'amasse sur la crête des

talus. Le cas le plus favorable est celui où le chemin de fer est au niveau du sol ou se trouve sur un remblai d'une petite hauteur. Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire en décrivant ces appareils, les chasses-neige n'ont d'utilité, pour balayer la voie, que lorsqu'elle est recouverte d'une couche peu épaisse; les tranchées remplies de neige doivent être déblayées à force de bras.

Les autres détails du service seront suffisamment expliqués par la traduction ci-jointe du règlement des conducteurs de trains.

Règlement
des conduc-
teurs
de trains.

*Instructions pour les conducteurs de trains du chemin de fer de
Hannovre.*

ART. 1. — Hiérarchie.

Les supérieurs des conducteurs sont :

Le conducteur en chef (chef de train);

Le contre-maitre des voitures;

Le chef de gare;

L'ingénieur de section ;

Les employés supérieurs de l'administration et leurs suppléants ;

Les membres de la direction.

ART. 2. — Devoirs généraux.

Le service des conducteurs consiste à tenir la main à l'exécution des ordres lorsque les voyageurs montent dans les voitures ou en descendent, à accompagner les trains de voyageurs et de marchandises, à veiller à la sûreté des personnes et des choses, et à veiller avec le plus grand soin à l'état des voitures qui composent le train.

ART. 3. — Temps du service.

Les conducteurs doivent être rendus chaque jour dans la gare une heure et demie au moins avant le départ du train sur lequel

ils doivent être en service ; ils ne doivent pas quitter la gare sans une permission expresse du conducteur en chef ; c'est également celui-ci qui fixe les heures de repos qui leur sont accordées dans la journée.

ART. 4. — *Visite des voitures.*

Chaque conducteur est tenu de visiter dans le plus grand détail les voitures dont il est chargé, de s'assurer qu'elles ne sont pas humides, qu'il n'y a sur les banquettes ou les dossiers aucune pointe saillante qui puisse déchirer les habits des voyageurs, que les vitres, rideaux, coussins, etc., sont en bon état et propres ; il doit s'assurer en un mot que les voitures sont propres et en bon état, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais surtout aussi, que les fusées des essieux sont bien graissées, que les freins sont en état de fonctionner convenablement, que les chaînes de traction et de sûreté sont bien accrochées.

Dans ce but, chaque conducteur doit visiter avec soin les voitures qui lui sont confiées, avant et après chaque voyage. — Il est tenu de nettoyer la voiture à l'intérieur, et les vitres tant à l'intérieur qu'à l'extérieur ; le lavage et le nettoyage de la caisse à l'extérieur est fait par des hommes de peine. — Le conducteur doit signaler sans retard, au conducteur en chef, toutes les dégradations qu'il remarque et auxquelles il ne peut pas remédier immédiatement.

ART. 5. — *Voyageurs.*

Les conducteurs indiquent aux voyageurs, sur la production de leurs billets, les places qu'ils doivent occuper, et font, autant que possible, en sorte de réunir ensemble tous ceux qui vont à une même station ; ils veillent à ce que les caisses louées à l'avance ne soient pas envahies par le public ; ils ouvrent successivement les portières, pour que, jusqu'à la fin, il reste encore des caisses libres pour des sociétés qui ne voudraient pas se séparer.

Les enfants qui ne peuvent pas encore marcher sont seuls admis gratuitement. — Deux enfants au-dessous de dix ans sont admis avec un seul billet. — Les personnes qui louent des caisses entières ont le droit de prendre avec elles plusieurs enfants en sus du nombre des places.

ART. 6. — *Bagages des voyageurs.*

Les bagages ne peuvent pas être admis dans les voitures de

voyageurs ; on ne tolère que des objets qui peuvent être tenus à la main et qui ne gênent pas les voyageurs.

ART. 7. — *Distribution des billets.*

Il est formellement interdit aux conducteurs de quitter leur poste pour aller prendre ou changer des billets ; ils doivent renvoyer au bureau de distribution toutes les personnes qui s'adressent à eux pour cela.

ART. 8. — *Contrôle des billets.*

Après le second coup de cloche (ou bien aussitôt qu'une voiture est complète, ou même avant), chaque conducteur fait le contrôle des billets dans les voitures qui lui sont spécialement confiées ; il constate l'exactitude du numéro de départ et détache les coupons.

Si, au moment du contrôle, un voyageur se trouve sans billet ou avec un billet non-valable, le conducteur le signale immédiatement au conducteur en chef. — Tout conducteur qui laisse passer un voyageur sans billet valable est condamné à l'amende, et s'il y a préméditation et fraude de sa part, il est puni du renvoi.

ART. 9. — *Fermeture des voitures.*

Avant le départ, et à chaque station, le conducteur est tenu de fermer les portières des voitures qui lui sont confiées (et en outre de jeter un coup d'œil pour voir si les portières des autres voitures sont convenablement fermées) ; il doit ensuite prendre sur l'impériale d'une voiture, avant que le convoi se soit mis en mouvement, la place qui lui a été assignée par le chef du train. — Il est formellement défendu d'ouvrir les portières pour les voyageurs qui arrivent trop tard et lorsque le train s'est déjà mis en mouvement.

ART. 10. — *Appareils nécessaires en marche.*

Chacun des conducteurs qui accompagnent un train doit être muni dans le jour d'un sifflet, et pendant la nuit d'une lanterne-signal.

ART. 11. — *Signaux pendant la marche.*

Chaque conducteur reçoit un exemplaire du livret des signaux, qu'il doit toujours porter sur lui, ainsi que la présente instruction, lorsqu'il est en service (sous peine d'une amende de 1 fr. 25 c. pour chaque contravention) ; il doit en outre en connaître exactement le contenu, afin de reconnaître pendant la marche la signi-

fication des signaux et de s'y conformer de suite. — Il doit pendant tout le trajet faire attention aux signaux, et, dès qu'un signal d'arrêt lui est transmis ou dès qu'il constate la nécessité d'arrêter, transmettre au mécanicien le signal de faire serrer les freins.

ART. 12. — *Obligations diverses de service pendant la marche.*

Pendant le trajet, le conducteur doit veiller à ce que les voyageurs ne se penchent pas par les portières, ne se tiennent pas debout et ne montent pas sur les banquettes des voitures de troisième classe, surtout lorsque le train passe sous des ponts et près des barrières ou croise un autre train ; il doit faire observer les prescriptions relatives à l'usage du tabac à fumer.

Le conducteur placé sur la première voiture doit faire la plus grande attention aux signaux des gardes-ligne et du mécanicien, et examiner si les barrières des passages de niveau sont fermées.

Lorsqu'un conducteur, pendant la marche, a remarqué sur le chemin quelque chose qui pourrait entraver la marche du train suivant, il doit, en passant devant le garde-ligne le plus voisin, lui faire le signal convenu pour indiquer que la section qui vient d'être parcourue nécessite une révision spéciale.

Chaque conducteur doit surveiller la marche du train, et, dès qu'il aperçoit quelque irrégularité dans la marche des voitures, transmettre aussitôt au mécanicien le signal de faire serrer les freins.

ART. 13. — *Arrivée aux stations.*

A l'arrivée aux stations, aussitôt que le train est complètement arrêté, les conducteurs ouvrent les portes des voitures, indiquent à haute voix et clairement le nom de la localité, et invitent, poliment, mais d'une manière formelle, les voyageurs à se tenir à une distance suffisante des rails pour éviter tout malheur ; ils jettent un coup d'œil rapide sur les voitures pour constater si tout est en bon ordre : roues, boîtes à graisse, essieux, freins, chaînes de traction et de sûreté.

Les prescriptions des art. 5 à 9 sont applicables aux nouveaux voyageurs qui prennent place dans le train ; avant le départ, les conducteurs doivent s'assurer s'il ne part pas des voyageurs dépourvus de billets valables.

ART. 14. — *Service après l'arrivée.*

Lorsque le train est arrivé au terme de sa course, les conducteurs doivent faire l'inspection des voitures, conformément à l'article 4. — S'ils trouvent dans les voitures des objets oubliés par les voyageurs, ils doivent les remettre au chef du train, sous peine de 3 fr. 71 c. d'amende ou même de renvoi; ils doivent rendre compte à ce même employé de l'état des voitures quand ils ont terminé la visite.

ART. 15. — *Service des trains de marchandises.*

Les prescriptions des art. 12 et 13, relatives à la sûreté des trains, doivent être observées de la même manière par les conducteurs lorsqu'ils accompagnent des trains de marchandises; si ces trains transportent aussi des voyageurs, toutes les mesures relatives au service des voyageurs leur sont applicables.

ART. 16. — *Entretien de l'uniforme.*

Chaque conducteur doit entretenir toujours propre et ménager autant que possible son uniforme; pour les travaux de nettoyage et de fatigue, il doit mettre une blouse ou une vieille veste; il doit en outre entretenir en bon état tous les ustensiles qui lui sont remis en compte, et signaler à son supérieur toutes les dégradations qu'ils peuvent éprouver.

ART. 17. — *Défense de fumer.*

Il est défendu aux conducteurs de fumer pendant le service; toute contravention est punie d'une amende.

ART. 18. — *Travaux extraordinaires.*

Indépendamment de leur service ordinaire, les conducteurs sont tenus d'exécuter tous les travaux extraordinaires qui leur sont prescrits par leurs supérieurs.

Entretien
des voitures.

Je terminerai ce qui concerne le transport, en donnant quelques renseignements numériques sur les frais d'entretien et de graissage des voitures constatés pendant l'année 1844. Ces renseignements,

extraits des comptes-rendus des compagnies, ne se trouvent pas, pour tous les chemins de fer, dans ces documents; leur forme, lorsqu'on les y rencontre, est très-diverse. On a constaté les moyennes suivantes, par kilomètre parcouru par une voiture à 4 roues :

1° Chemin de fer de la Haute-Silésie.

Réparations.....	fr. 0,0041
Graissage.....	0,0008

2° Chemin de fer de Berlin à Francfort S/O.

(On compte une voiture américaine à 8 roues pour deux voitures ordinaires à 4 roues.)

Réparation.....	fr. 0,0051
Graissage.....	0,0013

Les roues sont en fonte et n'ont pas encore été renouvelées.

3° Chemin de fer d'Anhalt.

Réparation des voitures à voyageurs.....	fr. 0,0190
id. wagons de toute espèce.....	0,0075
Graissage (sans distinction de voitures ou wagons).....	0,0007

Les réparations pour l'ensemble du matériel de transport se répartissent approximativement :

Pour réparations proprement dites.....	70 p. 0/0
» essieux et roues remplacés.....	21 »
» modifications.....	9 »

4° *Chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld.*

Réparations.	fr. 0,0117
-------------------	---------------

5° *Chemin de fer de Leipzig à Dresde.*

Réparations; caisse et châssis.....	0,0068
Roues et essieux.....	0,0058
Modifications.....	0,0026
Total.....	0,0152

6° *Chemin de fer saxon-bavarois.*

Réparations	0,0121
-------------------	--------

Les frais d'entretien des voitures varient beaucoup avec la durée de leur service; le chemin de Leipzig à Dresde peut être pris comme terme moyen, et l'on peut évaluer moyennement à 0,015 les frais d'entretien et de réparation des voitures, faisant partie d'un matériel qu'un usage prolongé a fini par amener à un état d'entretien normal. Les frais de matières pour le graissage des wagons peut être estimé à 1/10 de centime en moyenne.

3° SECTION. — TRACTION.

Organisation
du service.

Le service de traction comprend tout ce qui a rapport aux machines locomotives en service, à leur entretien courant dans les dépôts, à leur mise en service, à leur envoi aux ateliers de réparation, à leur mouvement sur la ligne, aux approvisionnements de combustible. Sur une grande ligne, ce

service doit être confié à un chef spécial, que l'on peut charger en même temps de la surveillance du matériel de transport; mais sur les chemins allemands, l'importance de cette branche d'exploitation n'est pas encore assez importante pour qu'il ait été nécessaire d'établir une division de ce genre. Les machines en service sont dans les attributions des employés ordinaires de l'exploitation; les mécaniciens et chauffeurs sont sous les ordres de l'ingénieur ou du contre-maître du matériel lorsque les machines sont en réserve ou en réparation, sous les ordres des chefs de gare pendant le stationnement aux extrémités de la ligne, sous les ordres des chefs de station pendant les arrêts aux stations, et, pendant le trajet, sous les ordres des conducteurs chefs de train pour tout ce qui concerne la marche, la vitesse, les arrêts, etc.

Le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz est divisé en sections, confiées chacune à un *ingénieur de section*, qui est chargé de l'entretien de la voie et de l'exploitation; il a sous ses ordres un contre-maître, qui est plutôt un chef de traction qu'un chef d'atelier, quoiqu'il porte ce dernier titre. On en jugera par l'extrait suivant des instructions rédigées pour les agents de cette classe.

Chemin
de Vienne à
Gloggnitz.

Les chefs d'atelier sont sous les ordres des ingénieurs de section, ils sont chargés de l'entretien des machines, tenders, voitures de

toute espèce, pompes, réservoirs, etc. — Ils tiennent la comptabilité des ateliers.

Ils proposent et l'ingénieur de section décide le renvoi aux ateliers de Vienne de toutes les voitures, machines ou autres appareils dont la réparation est impossible dans les ateliers des stations, ou doit être plus économique dans ceux de la fabrique de machines.

Ils examinent les locomotives à l'arrivée et au départ, et se font rendre compte par le mécanicien et le chauffeur des observations qu'ils ont faites par rapport à la marche des machines.

Dès que les machines entrent dans le dépôt elles sont sous l'autorité immédiate du chef d'atelier, et personne ne peut y toucher sans sa permission. — Les réparations d'entretien sont faites par les mécaniciens et par les chauffeurs, auxquels on adjoint, en cas d'insuffisance, des ouvriers auxiliaires.

Le chef d'atelier commande les mécaniciens attachés à la station, et temporairement seulement pendant la durée du stationnement ceux des autres stations. — Il règle, conformément aux ordres généraux, le service des locomotives. — C'est à lui que les agents de toute nature, qui accompagnent les convois ou visitent les voitures à la station, doivent rendre compte des dégradations qu'ils peuvent avoir remarquées dans le matériel.

Il visite les trains de passage pendant leur arrêt à la station, pour constater si tout est en ordre. — Il doit immédiatement faire remplacer par des voitures de réserve, celles qui seraient en mauvais état.

Il a la haute-main sur les ouvriers des ateliers, qu'il prend et congédie à sa volonté, à la charge d'en rendre compte à l'ingénieur de section. — Celui-ci donne par écrit ses ordres au chef d'atelier. — Les marchés pour les achats de matières sont passés par l'ingénieur sur la proposition du chef d'atelier.

Livret des machines.

Sur ce chemin de fer, chaque machine a un livret ou journal que le mécanicien chargé de la conduire a toujours avec lui pendant la marche, et sur lequel les différents agents de l'administration inscrivent, chacun pour ce qui le concerne, les heures de dé-

part et d'arrivée, les causes des accidents et des retards, le parcours de la machine, le combustible, l'huile, etc., fournis au mécanicien, la nature et le prix des réparations. Ce livret reste attaché à la machine, qui porte ainsi toujours avec elle ses états de service.

Pour faire connaître le détail du service confié aux mécaniciens, je reproduirai intégralement le règlement du chemin de fer de Hannovre, qui les concerne particulièrement.

Instructions
pour les
mécaniciens.

Instructions pour les mécaniciens conducteurs de locomotives.

ART. 1^{er}. — Les mécaniciens sont subordonnés :

- A l'ingénieur du matériel,
- Au chef de la station où ils se trouvent temporairement,
- Au conducteur chef du train, pendant la marche,
- Aux ingénieurs de section,
- Aux employés supérieurs de l'exploitation,
- Aux membres de la direction royale des chemins de fer.

ART. 2. — Le mécanicien doit faire sans observations et en personne, le service qui lui est fixé par l'ingénieur du matériel, soit conformément aux ordres généraux, soit extraordinairement. — Il ne peut, sous aucun prétexte, sans une permission spéciale, s'écarter du lieu où il a été mis en service; il doit, en outre, en dehors du temps ordinaire de son service, se tenir prêt à tout service extraordinaire qui lui serait commandé par ses chefs.

Les jours où il est de service, il doit arriver à la gare une heure au moins avant l'heure du départ, et se présenter aussitôt à son chef immédiat. — Si la préparation de la machine demande plus de temps, il doit régler son arrivée en conséquence. — Lorsque le voyage est terminé, il ne peut pas quitter la gare sans la permission d'un de ses chefs.

ART. 3. — Avant le départ, le mécanicien doit examiner, avec le plus grand soin, si toutes les parties de la machine qui lui est confiée sont convenablement nettoyées, et en complet état de service, — si les différentes parties du mécanisme, les roues de la machine et celles du tender sont suffisamment graissées, si le tender est chargé d'eau et de combustible, — si le frein et les chasserpierres sont en bon état, et si la machine est pourvue de tous les ustensiles et outils nécessaires.

Au retour, il doit renouveler cet examen détaillé, pourvoir au nettoyage et au graissage de la machine ; il doit faire savoir à l'ingénieur du matériel : si la machine a bien fonctionné, si, pendant ou après le voyage, elle a manifesté quelque défaut. — Tout mécanicien qui néglige de faire ce rapport, de visiter en détail ou de faire nettoyer sa machine, est passible d'une amende de 3 fr. 71 c. — Pour sa propre garantie, il peut inscrire ses observations sur le registre déposé à cet effet dans la remise des machines. — Le mécanicien est seul responsable pour le nettoyage et le graissage de sa machine ; et quoique le chauffeur soit plus spécialement chargé du nettoyage, il ne doit pas s'en remettre entièrement à lui de ce soin ; le graissage de la machine est un travail qui doit être fait spécialement par le mécanicien, et par exception seulement par le chauffeur.

ART. 4. — Avant le départ, le mécanicien doit achever de constater que sa machine est en bon état de service par quelques courses sur la voie.

ART. 5. — Cinq minutes avant le départ, au second coup de cloche, le mécanicien doit venir avec précaution se mettre en tête du train ; le chauffeur manœuvre le frein et se tient prêt à mettre en place les chaînes d'attelage.

Après le troisième et dernier coup de cloche, lorsque le conducteur chef du train a donné le signal du départ, le mécanicien, après s'être convaincu personnellement que les aiguilles de changement de voie sont bien placées, se met en marche avec précaution, après avoir répété le signal par un coup de sifflet.

Pour éviter de rompre les chaînes d'attelage, il ne doit mettre sa machine en marche que graduellement ; de même en route il ne doit accélérer que graduellement sa vitesse.

ART. 6. — Le chauffeur est subordonné au mécanicien ; il doit

l'accompagner à tous les voyages, entretenir le feu, manœuvrer le frein du tender, et avant chaque départ nettoyer la machine et le tender. — Le mécanicien doit lui apprendre à faire les manœuvres nécessaires pour arrêter la machine, afin qu'il puisse le remplacer, si, par maladie ou par toute autre cause, il se trouvait hors d'état de continuer son service.

ART. 7 — Pendant le voyage, le mécanicien doit rester debout sur la plate-forme, observer sans interruption la machine et la voie, faire attention aux signaux des gardes-ligne, des conducteurs et du chef du train; il doit connaître exactement tout ce que referme le livret des signaux.

Il doit faire examiner le train des deux côtés par le chauffeur, tant que celui-ci n'est pas occupé par l'entretien du foyer ou la manœuvre du frein.

Toute inobservation des signaux, toute négligence à faire connaître les irrégularités qu'ils peuvent présenter, les fautes des conducteurs et gardes-ligne, les défauts de la voie, est punie d'une amende qui peut varier de 1 fr. 24 à 3 fr. 71 c.

ART. 8. — Depuis le commencement jusqu'à la fin du voyage, il ne doit pas quitter sa machine (sans se faire remplacer, en cas d'absolue nécessité, par un suppléant aussi capable que lui de la conduire); il ne doit la confier ni à un chauffeur ni à un élève; tant qu'elle est en feu (qu'elle soit en marche ou en stationnement); il doit veiller à ce que les soupapes de sûreté soient en bon état; dans le cas où la soupape qui est à sa portée ne jouerait pas d'elle-même, il doit examiner, en la soulevant, si elle ne serait pas obstruée ou endommagée par des dépôts ou des dégradations, qui la mettraient hors de service, ou bien en rendraient l'usage dangereux.

Le service terminé, le mécanicien ne doit pas s'éloigner de sa machine, sans s'être convaincu par lui-même que le feu a été complètement jeté, et que la machine a été mise dans l'état indiqué art. 15; — il doit en outre desserrer la soupape jusqu'à la pression de 10 livres. — Lorsque la chaudière doit être vidée, le mécanicien doit s'assurer avec soin s'il ne reste pas de feu dans les angles du foyer.

ART. 9. — A l'approche des stations ou points de halte, le mé-

canicien doit ralentir la marche de sa machine assez à temps, pour qu'à l'arrivée ou bien sur le signal du chef de train, il puisse l'arrêter complètement.

ART. 10. — Il doit faire une attention toute particulière aux excentriques des changements de voie, et lorsqu'ils sont mal placés, il doit arrêter et faire rectifier leur position.

ART. 11. — Il doit redoubler d'attention lorsqu'il conduit des trains qui ne rentrent pas dans le cadre du service ordinaire, c'est-à-dire des trains extraordinaires ou des trains de terrassement. — Lorsque le mécanicien reconnaît qu'un garde ligne ne donne pas le signal indiquant que la voie ne présente pas d'obstacle et que les barrières sont fermées, il ne doit passer outre que s'il voit distinctement le passage de niveau et la voie libres; — dans le cas contraire il doit s'arrêter et envoyer le chauffeur reconnaître si le passage est libre.

ART. 12. — Partout où le mécanicien reconnaît la nécessité d'annoncer l'approche du train, il fait jouer le sifflet de la machine; — dans aucun cas il ne doit mettre une machine en mouvement sans avoir donné préalablement un coup de sifflet d'avertissement. — Le mécanicien doit siffler à l'entrée des courbes, la nuit et surtout lorsqu'il y a des ouvriers employés à la réparation de la voie (indépendamment des gardes-ligne), — lorsqu'il fait du brouillard ou qu'il tombe de la neige qui empêche de voir à distance, ou lorsqu'un garde-ligne n'est pas à son poste. — Lorsque le mécanicien reconnaît la nécessité de faire serrer les freins, il l'indique aux gardes-frein par deux coups de sifflet brefs et successifs. — Pour faire desserrer les freins il donne deux coups de sifflet prolongés. — Il est défendu de faire usage du sifflet à vapeur sans utilité.

ART. 13. — Il est défendu au mécanicien, de la manière la plus positive, d'admettre sur la machine ou sur le tender, toute personne, autre qu'un employé supérieur de l'exploitation, sans une permission expresse de la direction.

ART. 14. — La vitesse en marche est fixée au maximum à quarante-cinq kilomètres, et au minimum à trente-deux kilomètres à l'heure pour les trains de voyageurs pendant le jour (voir l'art. 24). — Il est formellement défendu de marcher avec une vitesse supé-

rière à quarante-cinq kilomètres. Le mécanicien est particulièrement responsable à ce sujet, comme aussi de toute surcharge des soupapes; toute contravention est punie d'une amende de 7 fr. 42 c., indépendamment de la suppression de l'indemnité de parcours. — Lorsqu'il fait un brouillard épais ou qu'il tombe de la neige en abondance, le mécanicien doit ralentir la marche du train, assez pour apercevoir complètement la voie et les signaux des gardes-ligne, autant que la sécurité l'exige. — Sur les remblais ou sur les parties de voie nouvellement construites, dans les courbes, sur les changements de voie et sur les plaques tournantes, et sur tous les points qui lui sont indiqués par les agents de surveillance de la voie, le mécanicien doit marcher avec la plus grande attention; il doit en outre signaler sans retard toutes les dégradations qu'il remarque sur la voie ou sur les remblais.

Dans les gares la marche doit être toujours assez lente (avec ou sans train) pour que la machine puisse être arrêtée à un point quelconque.

Il est défendu aux abords des gares de faire courir les machines sur la voie pour alimenter; on doit dans ce cas faire usage des pompes à main ou à vapeur placées sur les machines. — Dans le cas seulement où ces appareils viendraient d'être mis hors de service, on peut faire marcher la machine pour manœuvrer les pompes.

ART. 15. — Le mécanicien ne doit jamais faire stationner sa machine sans surveillance, ou la faire séjourner ailleurs qu'au lieu fixé pour le stationnement et au-delà du temps fixé; il lui est en outre formellement défendu de s'arrêter sur un passage de niveau, de telle sorte qu'une partie du train intercepte la circulation.

Toutes les fois qu'une machine est en stationnement, le régulateur doit être complètement fermé, les excentriques déclanchés et les robinets de purge ouverts. — Cette précaution doit être également prise pour les machines en réserve, et l'on doit s'assurer au moment de l'allumage qu'elles sont restées dans le même état.

ART. 16. — Lorsqu'un convoi suit un autre convoi, le mécanicien qui conduit celui-ci doit toujours le maintenir à 934 mètres au moins en arrière; il doit ralentir ou arrêter la marche de sa machine, lorsque la marche du précédent se ralentit ou s'arrête, ou lorsqu'il éprouve un accident. — Lorsque le train qui marche

en avant cesse d'être visible à cause des inégalités du terrain, ou de la courbure du tracé, la marche du train qui suit doit être ralentie, afin qu'il puisse être arrêté promptement et sans difficulté. — Si le train de l'arrière éprouve un accident, qui nécessite le secours du train qui marche en avant, le mécanicien doit lui transmettre le signal d'arrêt, en cherchant à fixer l'attention des conducteurs placés à l'arrière par des coups de sifflet répétés. — En pareil cas le premier train devrait de la même manière faire au train qui le suit des signaux d'arrêt.

ART. 17. — Tous les convois tiennent la gauche du chemin, sauf le cas d'un ordre contraire donné par le chef de station. — Dans le cas où le mécanicien verrait un train prendre la droite et venir à sa rencontre, il doit aussitôt lui faire avec le sifflet le signal d'arrêt, et reculer jusqu'à ce que l'autre ait cessé de marcher. — Le chef de la station indique celui des deux trains qui doit reculer. (Cet article s'applique à l'entrée des trains dans les gares, lorsque leur croisement a lieu sur un chemin à une voie.)

ART. 18. — A l'instant fixé pour l'arrivée des trains le mécanicien de la machine de réserve doit toujours se tenir prêt, pour le cas de retard, à allumer sa machine au premier ordre de son chef, et à partir avec toutes les précautions possibles à la rencontre du train retardé, dès que le signal de secours arrive. — Il doit en même temps prendre tous les outils et appareils nécessaires. — La machine de secours doit être accompagnée de l'ingénieur, du chef de gare ou du chef d'atelier.

ART. 19. — Si par une cause quelconque deux trains se trouvaient lancés en sens contraire sur la même voie, chacun des mécaniciens doit arrêter le plus promptement possible, et celui qui est le plus voisin d'une gare d'évitement ou d'une station, doit reculer pour laisser passer l'autre.

ART. 20. — Les mécaniciens doivent connaître exactement la déclivité des différentes parties du chemin de fer et en profiter pour ménager la machine et économiser le combustible. — Ils doivent particulièrement profiter de la descente sur les pentes pour alimenter. — Ils doivent apporter tous leurs soins à ménager le combustible et l'huile.

ART. 21. — Le mouvement des machines sur les plaques tour-

nantes et dans les courbes qui les avoisinent, doit se faire lentement et avec toutes les précautions nécessaires.

ART. 22. — Aucune locomotive ne doit pousser devant elle des wagons de voyageurs, si ce n'est dans des cas exceptionnels, soit lorsqu'elle sert de renfort pour monter une rampe, soit dans le cas où des wagons auraient été laissés sur la voie par un train précédent. — Dans ce dernier cas la machine doit marcher lentement, jusqu'au plus prochain changement de voie où l'on attelle les wagons à l'arrière.

ART. 23. — Pour la circulation des trains sur le chemin de fer, *le temps de nuit*, en novembre, décembre, janvier et février, commence une demi-heure après le coucher du soleil, et finit une demi-heure avant son lever; — dans les autres mois on compte pour la nuit le temps qui s'écoule depuis une heure après le coucher du soleil jusqu'à une heure avant son lever.

ART. 24. — Pendant la nuit, la vitesse des trains ne doit pas dépasser 30 kilomètres à l'heure, et l'on doit, autant que possible, la maintenir près de cette limite.

ART. 25. — Dans le cas d'un brouillard épais ou d'une neige abondante pendant la nuit, le mécanicien doit redoubler d'attention pour l'observation des signaux, et il doit marcher assez lentement pour pouvoir distinguer nettement ceux des gardes-ligne.

ART. 26. — Pendant la nuit, les machines doivent porter à l'avant deux lanternes blanches, munies de réflecteurs, qui éclaireront la voie aussi loin que possible.

ART. 27. — Toutes les fois que, par impossibilité, le tender précédera la machine, il devra porter à l'avant les deux lanternes qui viennent d'être indiquées.

ART. 28. — On signale, pendant la nuit, la venue d'un 2^e et 3^e convoi, en plaçant à l'arrière de celui qui marche en avant deux grosses lanternes rouges placées sur une même ligne horizontale.

ART. 29. — Tout convoi, qui marche la nuit à la suite d'un autre convoi, doit s'arrêter dès qu'il aperçoit les lanternes rouges du précédent, et ne reprendre sa marche que lorsque les lanternes cessent d'être visibles. Toutes les fois que, par suite du

relief du terrain ou de la courbure du chemin, on ne peut pas voir de loin le train qui précède, le mécanicien doit marcher assez lentement pour pouvoir arrêter très-promptement.

ART. 30. — Le mécanicien, lorsqu'il s'engage avec son train sur une voie d'évitement, en arrivant aux stations de croisement, ne doit pas dépasser un poteau de distance, qui, pendant la nuit, est éclairé par une lanterne. — Il doit rester là jusqu'à ce qu'il ait été croisé par le train qui vient à sa rencontre. — Il doit faire attention avec soin si ce train ne signale pas un second train venant à la suite, auquel cas, il doit attendre que ce second train soit arrivé. — Pendant la nuit, ce signal est donné par les deux lanternes rouges placées à l'arrière du train; pour prévenir toute erreur, le chauffeur du train qui porte ce signal doit présenter à la main une lanterne rouge au mécanicien du train prêt à partir.

Si l'un des trains qui se croisent (soit le jour, soit la nuit) donne le signal de serrer les freins, l'autre doit s'arrêter et attendre, s'il était prêt à partir, pour recevoir les communications verbales qu'il peut être nécessaire de lui faire.

Les trains qui se croisent ne doivent se remettre en marche qu'avec beaucoup de précaution, et à une vitesse qui ne dépasse pas celle du pas d'un cheval.

ART. 31. — Toutes les précautions prescrites pour la marche de nuit doivent être observées lors même que la lune dissipe en partie l'obscurité.

ART. 32. — Le mécanicien reçoit les outils et les matières spécifiés dans l'appendice annexé au présent règlement; il en est responsable, et doit toujours les avoir sur le tender. — Il doit donner avis, sans retard, toutes les fois que quelques-uns de ces objets brisés ou usés doivent être remplacés. — Les outils perdus sont remplacés à ses frais, au moyen de retenues sur son salaire. — Tous les mois, à des époques indéterminées, il est fait une revue de tous ces outils; pour tout objet manquant, le mécanicien est passible d'une amende de 3 fr. 71 c. Le résultat de cette inspection est consigné sur le carnet annexé à la présente instruction.

ART. 33. — Toutes les fois qu'un mécanicien, sous ses ordres un élève, il doit le mettre de la manière la plus complète au courant du service, notamment pour ce qui concerne l'alimentation

et la conduite du feu, leur rapport avec la marche de la machine sur les rampes et sur les pentes. — Il doit lui expliquer clairement les règles à observer pour nettoyer la chaudière, visiter la machine, et faire tout ce qui est nécessaire pour le rendre un habile conducteur de locomotives.

Chaque élève doit faire un apprentissage d'au moins douze mois, avant d'être admis aux épreuves nécessaires pour obtenir le grade de mécanicien. — Les commissaires chargés de l'examen sont nommés par la direction royale des chemins de fer, et donnent à l'élève un certificat.

Tant qu'un élève n'a pas obtenu ce certificat, le mécanicien ne doit pas lui confier sa machine, soit pour la garder, soit pour la conduire, et toutes les fois qu'il est occupé autour de la machine, il doit être présent; c'est lui, du reste, qui répond de toutes les fautes que peut faire l'élève pendant son service.

Liste des outils, etc., que le mécanicien doit toujours porter avec lui.

1 cric,
 Plusieurs cordes,
 1 chaîne de réserve,
 Un assortiment de clavettes, boulons et vis,
 Une grande et une petite clefs anglaises,
 3 ciseaux à froid et 1 marteau,
 1 pince en fer,
 Des bouchons de tube, du chanvre et des tresses,
 2 petites et 1 grande burette à huile,
 1 pelle à charbon,
 1 tisonnier et 1 tige pour nettoyer les tubes,
 1 lance pour jeter le feu,
 1 ringard pour vider le cendrier,
 1 levier en fer,
 1 seau.

Depuis l'origine des chemins de fer en Prusse, Examen des
(mécaniciens.)
 les mécaniciens ne peuvent être admis à conduire des
 machines, qu'après avoir obtenu un brevet à la suite

d'un examen. Ils sont admis à concourir après une année d'apprentissage au moins. L'examen est fait par deux commissaires nommés par le gouvernement. Les candidats sont interrogés en présence d'une machine, sur la conduite des machines en général, les dangers à courir, les précautions à prendre, les réparations à faire, etc. Cet examen est essentiellement pratique, on n'exige ni mathématiques ni dessin. Le brevet d'un mécanicien qui se conduit mal et se montre incapable, peut être annulé par le directeur de la police, et dès lors il ne peut plus conduire des machines en Prusse.

Les mécaniciens allemands ont été formés par des Anglais, mais les services de ceux-ci n'ont pas tardé à devenir inutiles, et maintenant on ne trouve plus de mécaniciens anglais sur aucun chemin de fer. Les compagnies ont eu le bon esprit de former un grand nombre d'élèves, et, par suite, il y a plutôt surabondance que disette de mécaniciens, malgré l'importance des lignes qui sont mises successivement en exploitation.

Primes.

Sur un assez grand nombre de chemins exploités par des compagnies, on est parvenu à réduire la consommation du combustible en donnant aux mécaniciens une part de l'économie qu'ils peuvent réaliser en ménageant la production et la consommation de la vapeur. On fixe pour la consom-

tion de chaque machine, pour l'été et pour l'hiver, un taux normal de consommation qui varie pour chaque appareil, et on accorde aux mécaniciens et aux chauffeurs une part de la réduction de dépense qu'ils obtiennent au-dessous de ce taux; cette part est souvent égale à 10 p. 0/0, quelquefois à 30 p. 0/0. Cette prime se partage ordinairement entre le mécanicien et le chauffeur dans le rapport de 3 à 1.

Sur les chemins de fer de Magdebourg à Leipzig et d'Anhalt, la prime consiste en une gratification proportionnée à l'importance de l'économie obtenue; on accorde aux mécaniciens, dont la consommation mensuelle de coke a été en moyenne :

kg.		fr.	
de 6,23 à 6,85	par kilomètre,	18,55	par mois.
de 6,85 à 7,47	»	14,84	»
de 7,47 à 8,10	»	11,13	»
de 8,10 à 8,72	»	7,42	»
de 8,72 à 9,45	»	7,71	»

Sur le chemin de fer de Vienne à Gloggnitz, on donne une gratification arbitraire aux mécaniciens qui ont mis le plus de soin à économiser le combustible. Sur quelques chemins de fer, on donne également une prime pour l'économie de l'huile et de la graisse; on donne aussi des primes d'exactitude pour l'arrivée aux gares extrêmes.

Les mécaniciens reçoivent un salaire fixe et gén^é Salaires.

ralement, en outre, une indemnité proportionnelle au parcours. Sur le chemin de fer de Magdebourg à Leipzig, la compagnie, pour s'attacher les mécaniciens, augmente graduellement leur salaire pendant cinq années.

	fr.
La 1 ^{re} année ils reçoivent	1,113
La 2 ^e »	1,298
La 3 ^e »	1,484
La 4 ^e »	1,669
La 5 ^e » et les suivantes.....	1,855

Ils reçoivent en outre 0^e,82 par kilomètre parcouru, ou environ 2 fr. par jour de service, ce qui porte, avec les primes, le salaire maximum qu'ils peuvent recevoir, en supposant 200 jours de service actif par an, à 2,500 francs environ. Ils ne peuvent atteindre ce chiffre qu'après 4 années de service.

Combustible. L'usage du bois est avantageux pour la conservation des chaudières, mais il produit moins de vapeur que le coke; il est en outre souvent nécessaire de placer deux chauffeurs pour suffire à l'activité de la combustion. On ne l'emploie que par raison d'économie. Je n'entreprendrai pas, en donnant plus loin la consommation des machines en même temps que les frais de toute espèce qui se rapportent à la traction proprement dite, de transformer les quantités de bois en quantités de coke; la nature des bois et

celle des cokes est trop variable, pour que l'on puisse arriver à un résultat satisfaisant; il faudrait des résultats d'expériences directes sur chaque chemin; elles n'ont été faites que dans un petit nombre de cas. On a constaté sur le chemin de fer de Munich à Augsbourg, qu'un stère de bois était équivalent à 178 kilog. de coke. Sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand, où l'on a substitué le bois au coke, on admet qu'un stère de bois tendre, mélangé avec 1/10 de bois dur, équivaut à 150 kilog. de coke. La compagnie qui exploite ce chemin de fer a fait des essais de tout genre sur le combustible. On a brûlé du coke et de la houille seuls ou mélangés, du bois mélangé avec du coke, de la houille, des tourteaux de colza, de la tourbe, etc. On ne consomme plus maintenant que du bois (moitié essences dures, moitié essences tendres) et une petite quantité de coke en mélange. On a essayé d'employer la tourbe sur le chemin de fer de Brunswick à Harzburg; des expériences ont été faites pour comparer le coke, le bois, et la tourbe. On a trouvé que 100 kilog. de coke équivalaient, pour un même service fait par la machine, à 0",788 de bois résineux, à 0",635 de bois de chêne, et à 200 ou 225 kilo g. de tourbe de bonne qualité non carbonisée. D'après le rapport de la commission chargée de faire les expériences, l'usage de la tourbe devait réduire de 30 à 40 p. 0/0 les frais de combustible, lorsque des exploitations régulières seraient

établies dans le voisinage du chemin de fer ; cependant on continue toujours à brûler du coke. L'appareil de Klein est nécessaire pour retenir les étincelles que la tourbe laisse échapper.

Frais
de traction.

Les comptes-rendus des compagnies à leurs actionnaires donnent généralement des détails très-complets sur toutes les parties de l'exploitation ; j'en ai extrait les renseignements qui suivent. Leur forme étant très-diverse, il n'est pas possible de les grouper tous ensemble ; j'examinerai donc successivement chaque chemin, en reproduisant les résultats de l'année 1843 et ceux de l'année 1844, aussi complètement que le permettra la nature des documents que j'ai pu recueillir. Les chemins de fer construits et exploités par plusieurs gouvernements ne présentent pas de comptes-rendus semblables, et je n'ai pu recueillir à leur sujet qu'un petit nombre de renseignements numériques.

1° *Chemin de fer de Nürnberg à Fürth.*

Par kilomètre parcouru par les machines. 1843. 1844

	fr.	fr.
Combustible (bois et coke).....	0,215	0,303
Réparations des machines et tenders.....	0,042	0,068
Huile, graisse, étoupes, etc.....	0,024	0,027
Salaire de trois mécaniciens.....	0,256	0,257
	<hr/>	<hr/>
Total.....	0,534	0,655

<i>Par kilomètre parcouru par les trains à chevaux.</i>	1843.
Remplacement de chevaux.....	fr. 0,009
Avoine, fourrage, etc.	0,154
Harnais.....	0,005
Médicaments.	0,002
Frais d'écurie.....	0,008
Salaire de trois cochers.....	0,047
	<hr/>
	0,225

L'économie du remorquage par chevaux n'est qu'apparente, parce qu'une machine remorque deux fois autant de voyageurs qu'un cheval, et pourrait en remorquer beaucoup plus.

2° Chemin de Munich à Augsburg.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.
Bois consommé.....	0,1 st 059
Huile et suif, <i>id.</i>	0,1 st 023
	<hr/>
Frais de combustible.....	fr. 0,370
Salaire des mécaniciens.....	0,142
Réparations, graissage et frais divers.....	0,218
	<hr/>
Total des frais de traction.....	0,730

3° Chemin de Vienne à Gloggnitz.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
	st.	st.
Bois consommé (1/3 dur, 2/3 tendre).....	0,092	0,074
	<hr/>	<hr/>
	fr.	fr.
Frais de combustible.....	0,556	0,491

Huile.	0,030	0,022
Salaire des mécaniciens et chauffeurs.	0,104	0,104
Réparation des locomotives et tenders.	0,205	0,275
Alimentation et chauffage des réservoirs ...	0,061	0,055
Total.	0,956	0,947

L'économie de 19,5 p. o/o sur la quantité de bois consommée, est due principalement à l'application des primes.

4° Chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand.

Par kilomètre parcouru par les machines. 1843. 1844.

		kg.	kg.
Combustible consommé.	Houille.	1,643	»
	Coke.	1,192	»
	Tourbe.	0,001	»
	Bois. { dur.	0,031	0,042
	{ tendre.	0,055	0,043
	Bois. — Total.,	0,088	0,085

	1843.	1844.
Frais de combustible (chauffage de l'eau compris).	»	0,473
Huile, graisse et matières diverses.	»	0,033
Salaire des mécaniciens, chauffeurs, ma- nœuvres.	»	0,170
Réparation des locomotives et tenders.	»	0,227
Remplissage des réservoirs.	»	0,041
Total.	»	0,944

L'application des primes a produit une économie d'environ 17 p. o/o sur la consommation de combustible.

5° *Chemin de la Haute-Silésie.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Bois consommé.....	0 st ,050	0 st ,054
Huile <i>id.</i>	0 ^{kg} ,034	0 ^{kg} ,034
<hr/>		
Frais de combustible.....	fr. 0,333	fr. 0,355
Huile, graisse, chanvre, etc.....	0,057	0,045
Réparation des locomotives et tenders.....	0,069	0,080
Frais de nettoyage.....	0,047	0,052
Dépenses diverses.....	0,016	0,037
<hr/>		
Total.....	0,522	0,569

Les salaires des mécaniciens, chauffeurs, etc., ne peuvent pas être défalqués exactement des comptes de la compagnie. Pour l'année 1844, cet article de dépense s'est élevé à 0^f,19 environ, ce qui porterait à 0^f,76 les frais de traction. On a reconnu que la consommation des machines variait de l'été à l'hiver dans le rapport de 75 à 100.

6° *Chemin de Breslau à Freiburg et Schweidnitz.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843-1844.
Coke consommé.....	0 ^{hect} ,298
Huile.....	0 ^{kg} ,055
Suif.	0 ,005

Frais de combustible.....	0,385
Huile, suif, etc.....	0,077
Salaire des mécaniciens, chauffeurs, etc....	0,155
Frais de réparation.....	0,064
Total.....	0,681

7^e Chemin de Berlin à Francfort-sur-l'Oder.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Bois consommé (bois résineux).....	0 st ,075	0 st ,066
Huile <i>id.</i>	0 ^{kg} ,034	0 ^{kg} ,026
	fr.	fr.
Frais de combustible.....	0,471	0,388
Huile.....	0,044	0,031
Salaire des mécaniciens et chauffeurs.....	0,093	»
Réparation des machines	0,030	0,069
Alimentation et chauffage des réservoirs...	0,016	0,011
Total.....	0,654	»

(Le total relatif à l'année 1843 ne comprend pas toutes les dépenses, notamment celle de nettoyage des machines ; pour l'année 1844, le total général des frais de traction s'élève à 0^e712 environ.)

Dans le parcours total des locomotives, celui des machines de secours ou de renfort entre pour 1/14. La consommation des machines à voyageurs est à celle des machines à marchandises, comme 100 est à 113 ; les trains correspondants à ces nombres ne diffèrent que par la charge et la dimension des machines.

8° *Chemin de Berlin à Stettin.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Coke consommé.....	9 ^{kg} ,63	9 ^{kg} ,01
Frais de combustible.	0 ^{fr.} ,357	0 ^{fr.} ,328

9° *Chemin de Berlin à Potsdam.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1844.
Bois consommé.....	0 st ,070
	fr.
Frais de combustible	0,510
Huile, graisse et matières diverses.....	0,037
Salaire des mécaniciens et chauffeurs.	0,162
Réparation des machines et tenders.....	0,298
Total.....	1,007

Les frais de réparation comprennent les dépenses nécessaires pour la reconstruction de 2 machines usées par 7 années de service; les autres machines, également anciennes, exigent aussi des frais d'entretien considérables.

10° *Chemin de fer d'Anhalt.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Coke consommé par les machines....	12 ^{kg} ,230	10 ^{kg} ,930
Huile <i>id.</i>	0,041	»
	fr.	fr.
Frais de combustible.....	0,667	0,591
Huile et chanvre.....	0,046	0,051

Salaire des mécaniciens et chauffeurs.....	0,088	0,098
Salaire pour nettoyage, graissage, alimenta- tion.....	0,045	0,055
Réparation des machines et tenders.....	0,102	0,204
Total.....	0,948	0,999

Le parcours des machines de secours et de renfort représente 12 p. o/o du parcours total.

Le compte-rendu de la compagnie, pour l'année 1844, permet de donner la répartition des dépenses entre les différents travaux de réparation. J'ai reproduit ci-après le résultat moyen obtenu pour les 25 machines de ce chemin de fer, par kilomètre de parcours.

	fr.
Essieux neufs	0,009
Bandages <i>id.</i>	0,017
Foyers <i>id.</i>	0,016
Tubes <i>id.</i>	0,022
Réparations diverses.....	0,074
Réparation des tenders.....	0,044
Modifications au mécanisme	0,022
Total par kilomètre parcouru.....	0,204

11° *Chemin de Magdebourg à Leipzig.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
	fr.	fr.
Frais de combustible.....	0,552	0,489
Réparation des machines et tenders.....	0,195	0,218

12° Chemin de Dusseldorf à Elberfeld.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>		1843.	1844.
Coke consommé.....		14 ^{kg} ,870	14 ^{kg} ,283
		<hr/>	
Frais de combustible.....	fr.	0,472	0,404
Huiles, graisse et matières pour le nettoyage.....	»		0,109
Salaire des mécaniciens, chauffeurs et manœuvres.....	»		0,142
Réparation des machines.....		0,284	0,294
		<hr/>	
Total.....	»		0,949

13° Chemin de Bonn à Cologne.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>		1844.
Coke consommé.....		8 ^{kg} ,867
Huile <i>id.</i>		0,030
		<hr/>
	fr.	
Frais de combustible.....		0,342
Huile et graisse.....		0,050
Matières pour le nettoyage.....		0,012
Réparations.....		0,019
		<hr/>
Total (non compris les salaires).....		0,423

14° Chemin de fer rhénan.

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>		1843.	1844.
Coke consommé.....		16 ^{kg} ,28	15 ^{kg} ,09
		<hr/>	
Frais de combustible, huile et matières pour nettoyage	fr.	0,704	0,712
Salaire des mécaniciens, chauffeurs et ma-	fr.		

nœuvres (y compris les appointements de l'ingénieur du matériel)	0,225	0,231
Réparation et entretien des machines.	0,171	0,156
Total.....	1,100	1,099

15° *Chemin de Leipzig à Dresde.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Coke consommé.....	»	10 ^{kg} ,18
	fr.	fr.
Frais de combustible.	0,765	0,563
Huile, graisse, etc., frais de nettoyage.....	0,064	0,071
Salaire des mécaniciens et chauffeurs.....	0,106	0,116
Réparation des machines	0,280	0,248
Alimentation et chauffage des réservoirs...	0,020	0,024
Total.	1,235	1,022

Les frais de réparation des machines ont été augmentés, en 1843, par l'introduction de nombreuses améliorations ayant pour but l'économie du combustible; en 1844, les frais de chauffage ont été considérablement réduits, par suite de ces améliorations. On brûle du coke d'assez mauvaise qualité provenant des mines de Saxe, que l'on n'est arrivé à employer avantageusement qu'après de longs tâtonnements.

16° *Chemin de fer saxon-bavarois.*

<i>Par kilomètre parcouru par les machines.</i>	1843.	1844.
Coke consommé.....	11 ^{kg} ,70	9,24

TRACTION.

483

	fr.	fr.
Frais de combustible.....	0,757	0,510
Graissage et nettoyage.....	0,085	0,083
Appointements et salaires des mécaniciens et chauffeurs.....	0,206	0,158
Réparations.....	0,045	0,050
Total.....	1,093	0,801

Des causes semblables à celles qui viennent d'être citées, et l'établissement de primes pour les mécaniciens, ont déterminé une réduction considérable dans la dépense du combustible.

En examinant les nombres qui précèdent, on voit qu'il y a eu un progrès général pour la consommation du combustible, de l'année 1843 à l'année 1844. On doit l'attribuer aux améliorations qu'ont reçues les machines, soit neuves, soit anciennes, et surtout à l'établissement des primes, qui a commencé vers la fin de 1843. Ces renseignements font voir, en outre, combien est grande la différence des frais de réparation, suivant que le matériel est neuf ou détérioré par un long usage. On ne peut pas en conclure une moyenne exacte pour les frais de traction; les données sont trop diversement présentées par les différentes compagnies. On peut seulement donner une approximation, en choisissant les nombres qui se rapprochent le plus de l'état normal. On peut se rendre un compte suffisamment exact

Résumé.

de l'état de la traction en Allemagne, en admettant les nombres suivants :

1° Frais de combustible.....	0,500
2° Graissage et nettoyage.....	0,075
3° Salaire des mécaniciens.....	0,125
4° Réparation des machines.....	0,225
5° Frais d'alimentation.....	0,025
Total.....	0,095

Détente
variable.

L'application de la détente variable a pour résultat une économie de combustible très-importante; mais il est difficile de recueillir à cet égard des données positives. On compare entre elles des machines de construction et de dimensions souvent très-différentes, et ces différences mêmes altèrent les résultats de la comparaison. C'est pour ce motif qu'en Autriche, lorsque ce gouvernement a fait faire l'essai d'une machine à détente variable, envoyée par MM. Meyer et comp. de Mulhouse, et qui depuis a été achetée par l'administration du chemin de fer central de la Hongrie, au lieu d'établir une comparaison entre cette machine nouvelle et les machines plus anciennes du chemin de fer du Nord, c'est à elle-même qu'on l'a comparée en la faisant marcher alternativement avec et sans détente.

Les expériences ont été faites au commencement du mois de novembre 1843; pendant les 7 premiers

jours, la machine a fonctionné avec la détente, et pendant les 7 jours suivants, sans la détente. Pendant ce temps, elle a remorqué les trains de Vienne à Londenbourg, et *vice versa*, et parcouru chaque jour 165 kilomètres. On a tenu compte de l'état de l'atmosphère qui a été sensiblement le même. Dans la première série d'expériences, la composition des trains a été moyennement de 15 à 16 wagons dont $\frac{1}{3}$ en wagons de marchandises; dans la deuxième série, de 14 à 15 wagons dont $\frac{2}{5}$ en wagons de marchandises. La machine a consommé :

Avec la détente.....	0 st ,0482
Sans la détente.....	0 st ,0740

La détente a donc produit une économie de 35 p. o/o sur la consommation sans détente. L'économie aurait été moins considérable, si, dans la seconde série d'expériences, au lieu de faire marcher la machine sans se servir du tiroir de détente, on avait remplacé le double tiroir par un tiroir ordinaire, avec avance et recouvrement produisant la détente pendant $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de la course; il est juste d'ajouter que la machine a été conduite successivement par deux mécaniciens différents, qui manquaient encore d'expérience pour l'usage de la détente variable, et que cette circonstance a pu empêcher la consommation de descendre à sa dernière limite. Quoi qu'il en soit, on peut admettre

que l'application de la détente variable de Meyer à une machine donnée, est susceptible de réduire de 30 ou au moins 25 p. o/o la consommation du combustible.

Les machines en service sur le même chemin ont consommé en moyenne, en 1843, 0",0898 par kilomètre; si l'on avait comparé la consommation de la machine à détente variable avec ce résultat, on aurait pu attribuer à l'application de la détente l'économie de 46 p. o/o qu'a présentée la nouvelle machine sur les machines ordinaires; mais elle devait une partie de cet avantage à sa construction, à ses dimensions, à son tuyau d'échappement variable, et autres améliorations diverses.

CHAPITRE IX.

PRODUIT DE L'EXPLOITATION.

§ 1^{er}. *Tarifs*. — Tableau des tarifs. — Détails accessoires; voyageurs, bagages; voitures et chevaux; marchandises. — Réduction et remises sur les tarifs. — Répartition des voyageurs. — § 2. *Recette*. — Tableau du mouvement et des recettes. — Influence des chemins de fer sur la circulation. — § 3. *Dépenses, comptes rendus*. — Dépenses en 1843. — Dépenses en 1844. — § 3. *Produit net*. — *Tableau*. — *Cours des actions*.

Avant d'indiquer les recettes effectuées par les différents chemins de fer allemands, il est nécessaire de faire connaître les tarifs et les taxes qui servent de base à la perception de ces recettes. J'ai réuni dans un même tableau tous les tarifs que j'ai pu recueillir et ramener à une forme commune; j'ai pris généralement ceux qui étaient en vigueur en 1844. Il n'y a pas de tarifs proprement dits sur la plupart de ces chemins, mais seulement des taxes qui varient avec la distance, les exigences du trafic local, et qui ne sont pas toujours proportionnelles à la longueur du parcours; j'ai déterminé les nombres compris dans le tableau, en prenant les taxes entre les points extrêmes et en les divisant par la distance. Pour les excédants de bagages, dont la taxe décroît généralement au fur et à mesure que

Tableau
des tarifs.

NOMS des CHEMINS DE FER.	PAR TÊTE.									
	VOYAGEURS.				CHEVAUX ET BESTIAUX.					
	1 ^{re} classe.	2 ^e classe.	3 ^e classe.	4 ^e classe.	Pour un seul cheval.	Pour plusieurs chevaux.	Bêtes à cornes.	Veaux.	Porcs.	Moutons.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Grand-duché de Bade.....	fr. c. 0.097	fr. c. 0.068	fr. c. 0.049	fr. c. 0.032	fr. c. 0.197	fr. c. 0.161	»	»	»	»
Nürnberg à Fürth.....	0.071	0.054	0.036	»	»	»	»	»	»	»
Munich à Augsbourg.....	0.108	0.079	0.050	»	0.287	0.191	0.152	0.049	0.029	0.019
Bavière. Chemin de l'Etat..	0.057	0.039	0.024	»	»	»	»	»	»	»
Vienne à Gloggnitz..	0.110	0.083	0.055	0.033	0.342	0.215	»	»	»	»
Nord de l'emp. Ferdinand.	0.137	0.085	0.057	»	0.342	0.171	0.090	0.017	0.013	0.009
Vienne à Trieste.	0.102	0.063	0.045	0.034	0.274	0.171	»	»	»	»
Haute Silésie.....	0.116	0.082	0.042	»	0.213	0.160	0.086	0.030	0.038	0.021
Breslau à Freiburg.....	0.093	0.062	0.041	»	»	»	»	»	»	»
Berlin à Francfort.....	0.137	0.099	0.057	»	»	»	»	»	»	»
Berlin à Stettin.....	0.087	0.069	0.041	»	0.290	0.193	0.160	0.037	0.031	0.003
Berlin à Potsdam.....	0.094	0.070	0.047	»	»	»	»	»	»	»
Berlin à Anhalt.	0.097	0.068	0.041	»	0.365	0.171	»	»	»	»
Magdebourg à Leipzig.....	0.100	0.067	0.042	»	0.313	0.209	»	»	»	»
Magdebourg à Halberstadt.	0.095	0.063	0.042	»	0.328	0.216	»	»	»	»
Dusseldorf à Elberfeld.....	0.116	0.084	0.058	0.046	»	»	»	»	»	»
Bonn à Cologne.	0.063	0.042	0.032	0.021	»	»	»	»	»	»
Rhénan.	0.109	0.080	0.046	»	0.441	0.117	»	»	»	»
Leipzig à Dresde.....	0.097	0.073	0.048	»	0.324	0.162	»	»	»	»
Saxon-Bavarois.....	0.130	0.083	0.050	»	0.331	»	0.174	0.035	0.052	0.035
Brunswick à Magdebourg..	0.100	0.067	0.043	»	0.333	0.222	»	»	»	»
Brunswick à Hannover. ...	0.099	0.068	0.042	»	0.333	0.222	»	»	»	»
Hambourg à Bergedorf. ...	0.099	0.074	0.049	»	»	»	»	»	»	»
Altona à Kiel.	0.110	0.073	0.037	»	0.154	»	»	»	»	»
Taunus.	0.134	0.089	0.062	0.042	»	»	»	»	»	»
Moyennes.....	0.104	0.072	0.046	0.037	»	»	»	»	»	»
Nouveaux tarifs français. ..	0.100	0.075	0.055	»	»	»	»	»	»	»

PAR KILOMÈTRE.

PAR PIÈCE.				PAR TONNE DE 1000 KILOGRAMMES.								BAGAGES accordés à chaque VOYAGEUR. (22)
VOITURES.				MARCHANDISES.								
1 ^{re} classe. (11)	2 ^e classe. (12)	3 ^e classe. (13)	4 ^e classe. (14)	Excédant de bagages. (15)	Messageries. (16)	Marchandises hors classe. (17)	1 ^{re} classe. (18)	2 ^e classe. (19)	3 ^e classe (20)	4 ^e classe. (21)		
fr. c. 0.592	fr. c. 0.467	fr. c. 0.344	fr. c. »	fr. c. 1.000	fr. c. »	fr. c. »	fr. c. »	fr. c. »	fr. c. »	fr. c. »		
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	kilog. 25.0	
0.862	0.718	0.503	0.359	»	»	»	0.150	0.100	0.080	»	»	
0.573	0.401	0.229	»	0.394	»	»	»	»	»	»	22.6	
0.645	0.513	0.428	0.342	0.427	0.427	0.308	0.154	0.123	»	»	0.0	
0.684	0.513	0.428	0.342	0.510	0.510	0.306	0.254	0.153	0.127	»	0.0	
0.479	0.411	0.342	0.274	0.408	»	0.081	0.076	»	»	»	22.4	
0.321	0.275	0.229	»	0.230	»	0.525	0.307	0.250	0.195	0.170	0.0	
0.432	0.309	»	»	0.220	»	0.640	0.260	0.200	0.160	0.100	23.3	
0.274	»	»	»	0.490	0.502	»	0.473	0.254	0.177	0.147	23.3	
0.414	0.331	»	»	0.550	»	0.500	0.312	0.250	0.187	0.156	23.3	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
0.438	0.365	»	»	0.600	0.316	»	0.189	»	»	»	23.3	
0.502	0.376	0.324	»	0.550	0.289	»	0.162	0.137	»	»	23.3	
0.489	0.326	»	»	0.670	0.265	»	0.159	0.132	»	»	23.3	
0.560	0.420	0.350	»	1.303	0.406	»	0.271	»	»	»	14.0	
0.253	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	23.3	
0.588	0.389	»	»	0.576	0.576	»	0.182	0.126	0.098	»	0.0	
0.421	0.335	»	»	0.693	0.432	»	0.216	0.149	»	»	23.3	
0.478	0.346	»	»	0.600	0.300	0.240	0.180	0.120	»	»	25.0	
0.500	0.333	»	»	0.767	»	»	»	»	»	»	23.3	
0.500	0.333	»	»	0.779	»	»	»	»	»	»	23.3	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	29.3	
0.412	0.309	0.206	»	0.759	»	»	»	»	»	»	24.0	
0.458	0.348	0.299	»	0.199	»	»	»	»	»	»	20.0	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	23.0	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	30.0	

le poids augmente, je les ai pris au point où cette taxe devient uniforme, c'est-à-dire vers le poids de 50 kilogrammes. Dans une dernière colonne, j'ai consigné le poids de bagages accordé à chaque voyageur pour transport gratuit.

Détails
accessoires.

Pour compléter ce qui concerne les tarifs par l'indication des taxes accessoires et des autres détails qui se rapportent à cette partie du service, je reproduis les *avis* annexés aux bulletins de tarifs de la compagnie du chemin de fer de Leipzig à Dresde.

Voyageurs.

Voyageurs. — 1° Chaque voyageur doit conserver son billet et se tenir prêt à le produire à tout instant pour le contrôle. — Tout voyageur trouvé sans billet ou avec un billet non valable est tenu de payer la taxe entière pour toute la longueur du chemin de fer et pour la place qu'il occupe. — Les billets ne sont valables que pour les départs pour lesquels ils ont été timbrés. — Le prix des billets une fois payé, n'est jamais remboursé.

2° Les petits enfants qui sont portés dans les bras ne payent pas. — Les enfants plus âgés, jusqu'à 10 ans, sont admis avec un billet de deuxième ou de troisième classe, dans la première ou dans la seconde classe, pourvu que leurs parents ou les personnes qui les accompagnent les tiennent debout entre leurs jambes, ou assis sur leurs genoux.

3° On ne retient pas de places à l'avance; cependant on peut prendre pour 8 personnes un compartiment fermé, de deuxième classe.

4° Il n'est pas permis, dans aucun cas, de fumer dans les voitures de première classe; toute contravention est punie d'une amende de 3 fr. 71 c.

5° Les chiens ne sont pas admis dans les voitures de voyageurs; on les transporte, moyennant un tarif de 0 fr. 017 par kilomètre, dans des compartiments spéciaux, sans répondre cependant des accidents qui peuvent leur arriver.

6° On ne change les billets, pour un départ suivant, que dans un cas évident de maladie.

7° Tout départ manqué ne peut donner lieu à aucune réclamation, de quelque nature que ce soit.

8° Il est défendu, sous des peines sévères, à tout agent de la compagnie de demander un pour-boire.

9° A chaque station est disposé un registre de plaintes; les voyageurs sont priés de consigner, dans leurs plaintes ou observations, le nom ou le numéro d'ordre de l'agent qu'elles concernent.

Bagages — 1° Chaque voyageur a droit au transport gratuit de 23^kg,303 de bagages. — L'emballage en un seul colis des effets appartenant à plusieurs personnes ne donne pas droit à un poids supérieur à 23^kg,3.

Bagages.

2° Les bagages, portant le nom du voyageur et le lieu de destination, doivent être remis une heure avant le départ; en même temps le billet du voyageur doit être présenté et l'excédant de poids payé. Tout voyageur qui négligera de se conformer à cet avis, ne pourra s'en prendre qu'à lui-même, si les bagages ne partent pas. — (Ce délai n'est pas observé dans la pratique; on reçoit et on enregistre les bagages jusqu'au moment du départ).

3° La compagnie reçoit les bagages quelle que soit leur quantité, et délivre en échange, sans rétribution, un bulletin valable pour 3 jours, et portant assurance des colis, en cas de perte, à raison de 7 fr. 94 par kilogramme. Les voyageurs peuvent assurer leurs bagages à un taux plus élevé moyennant 1/2 p. 100 de la valeur déclarée.

4° Lorsqu'on délivre au voyageur son bulletin de bagages, son billet est frappé du timbre des bagages, et, dans aucun cas, les gardiens ou conducteurs ne doivent l'admettre dans les voitures avec d'autres paquets à la main. — Les voyageurs sont invités en conséquence à déposer tous leurs bagages sans exception au bureau d'enregistrement, afin d'éviter toute discussion et toute perte de temps.

5° La compagnie ne garantit que les colis spécifiés sur le bulletin de bagages. — Les colis qui ne sont pas enlevés dans les 24 heures payent un droit de magasinage de 0 fr. 12 par article.

6° Toute avarie causée par mauvaise confection de l'emballage ne peut donner lieu à aucune réclamation.

7° Tout colis renfermant des liquides ou des substances dangereuses est refusé à l'enregistrement.

8° Il est dû aux facteurs qui transportent les bagages à domicile, à Leipzig, 0 fr. 307 pour une malle ou une valise, jusqu'au poids de 28 kilogrammes, et 0 fr. 123 pour les petits objets, tels que cartons de chapeaux, nécessaires, etc. — (A Dresde le tarif du factage est un peu plus élevé et varie en raison de la distance.)

Voitures et chevaux. — 1. Les tarifs pour le transport des voitures sont : 0 fr. 421 par kilomètre pour une voiture de voyage à 4 roues, 0 fr. 335 pour un cabriolet à 2 roues ou une petite voiture à un cheval sans bagage.

2. Les voyageurs qui restent dans leur voiture payent à l'intérieur le prix de la seconde classe, et sur le siège le prix de la troisième classe.

3. Pour faire prendre ou conduire à domicile une voiture, on paye à Leipzig 1 fr. 23; à Dresde la taxe est fixée en raison de la distance.

4. Les chevaux et les animaux à transporter doivent être annoncés à l'avance; la compagnie ne garantissant pas les accidents, ils ne sont admis qu'avec des gardiens chargés de les surveiller en route. — Ceux-ci doivent payer leur place et prendre les billets au bureau.

Marchandises. — 1° La compagnie répond de toutes les marchandises bien conditionnées et qui lui sont remises avec des lettres de voitures, et sous l'observation des conditions fixées par le présent avis; elle garantit le poids et les avaries. Les marchandises sont assurées contre l'incendie, gratuitement et sans déclaration, à raison de 371 fr. par 100 kilogrammes. — La compagnie assure à un taux plus élevé, à la volonté des expéditeurs, moyennant une prime de 0 fr. 051 par 3710 fr., (soit 1/72000 de la valeur déclarée). — La compagnie se charge de l'enlèvement et du transport à domicile; aucune réclamation n'est admise après la livraison entre les mains du destinataire.

2° Tout paquet isolé de 9^{kg},34 et au-dessous doit être expédié par la poste, — et est refusé par la compagnie.

3° Le chargement et le transport des denrées agricoles sont soumis à des taxes spéciales.

4° La poudre à tirer, la poudre fulminante et les matières

susceptibles de s'enflammer par le choc , ne sont pas transportées par la compagnie — Quiconque expédie, sans déclaration, des matières semblables, est responsable des accidents qui peuvent en résulter. — Les matières dangereuses , telles que l'eau régale , l'acide sulfurique , les liqueurs fermentescibles , ne sont admises que par suite d'une convention de gré à gré entre la compagnie et l'expéditeur. — La compagnie ne répond pas des liqueurs fermentescibles , et l'expéditeur et le destinataire restent responsables de tous les dommages qu'elles peuvent occasionner.

5° Les taxes pour les marchandises exceptionnelles ou encombrantes sont réglées de gré à gré.

6° Les meubles doivent être transportés à la gare par l'expéditeur, et enlevés par le destinataire ; la compagnie ne les assure que contre l'incendie.

7° Les envois d'argent ne sont acceptés qu'en valeurs métalliques , et ne sont transportés que par les trains de voyageurs , comme article de messageries ; — la compagnie ne se charge pas du factage.

Les marchandises qui ne sont pas enlevées dans le délai de 24 heures après l'arrivée à la station sont emmagasinées aux frais des destinataires , à raison de 1 fr. 32 par tonne pour 8 jours.

Plusieurs compagnies de chemins de fer, pour activer le transport des voyageurs, font des réductions notables sur le prix des places, les dimanches et jours de fête. Les tarifs, quoique généralement inférieurs au prix des voitures de terre, que la locomotion à la vapeur a fait disparaître, ne permettent pas aux classes peu aisées d'user fréquemment des chemins de fer pour se promener les jours de repos; on a dans beaucoup de circonstances réduit avec succès les tarifs, pour les proportionner à leurs ressources pécuniaires.

Réductions
et remises sur
les tarifs.

La compagnie du chemin de fer de Berlin à Franc-

fort-sur-l'Oder a , pendant l'été , des trains de promenade qui vont jusqu'à Erkner, à 25 kilom. de Berlin , et partent les dimanches et les mercredis à 2^h 30' pour revenir à 9^h du soir; les tarifs sont réduits pour la 2^e classe de 0^f,099 à 0^f,063, et pour la 3^e classe de 0^f,057 à 0^f,038.

La compagnie du chemin de fer de Vienne à Gloggnitz a donné des facilités aux familles nombreuses, en louant à des prix réduits des compartiments entiers, *pour aller et retour*; elle loue des compartiments de voitures de luxe pour 8 personnes, ayant le droit d'emmener gratis 4 enfants de 10 ans et au-dessous, à raison de 0^f,574 par kilomètre pour la société entière, ou 0^f,074 par tête et par kilomètre. Elle délivre en outre, *pour aller et retour*, des billets de société pour 4 personnes et 2 enfants, aux prix suivants :

1 ^e classe, par tête et par kilomètre	0 ^f ,071
2 ^e » » »	0,057

Ces tarifs correspondent à une réduction d'un tiers environ sur les tarifs ordinaires. Les compartiments des voitures de luxe, beaucoup plus confortables que celles de première classe (à 0^f,110), doivent être retenus à l'avance.

Cette réduction de prix pour plusieurs personnes

doit évidemment provoquer le déplacement de familles entières, qui, sans une réduction de prix très-notable, ne profiteraient pas du chemin de fer. La condition de prendre dans un cas 8 places et dans l'autre 4 places, pour *aller* et *retour*, empêche des personnes isolées, voyageant pour affaires, de se réunir pour prendre un billet commun à prix réduit; car elles peuvent bien s'entendre pour partir à la même heure, mais il serait beaucoup plus difficile qu'elles s'entendissent pour revenir toutes le même jour et par le même train. Si ce sont 4 promeneurs isolés qui se réunissent, c'est la facilité d'obtenir une réduction qui les aura le plus souvent décidés à faire le voyage, et le but de la compagnie se trouvera rempli par le fait même de leur association.

Sur les chemins de fer de Vienne à Gloggnitz et de Berlin à Potsdam, on délivre des billets d'abonnement à prix réduits; sur ce dernier chemin, la réduction est de 25 p. 0/0 pour 10 billets valables pour un mois seulement; on loue également des compartiments de 1^{re}, 2^e et 3^e classe, ou même des voitures entières à prix réduits.

Il est incontestable qu'en France les lignes d'une grande longueur pourront augmenter notablement leurs recettes, en établissant des trains de promenade à prix très-réduits, dans lesquels on fera payer à la fois pour *aller* et *retour*, afin d'éviter le dé-

tournement des voyageurs ordinaires. A Paris, par exemple, où la population recherche avec avidité *la campagne*, les dimanches et jours de fête, il n'y aura pas une famille de petits marchands ou d'artisans aisés qui n'amasse une petite somme pour aller passer, une fois l'an, une journée à Fontainebleau, à Compiègne, ou même sur les bords de la mer à Dieppe ou au Havre, si les compagnies organisent des trains spéciaux avec réduction de 50 p. o/o sur les tarifs.

Sur les chemins de fer allemands, les voyageurs transportés par les trains de marchandises proprement dits, payent une taxe réduite. Sur le chemin de fer du Nord de l'empereur Ferdinand, pour faire concurrence, entre Brunn et Ollmütz, à la voie de terre, qui présente une abréviation de moitié sur le parcours détourné du chemin de fer, la compagnie a réduit les tarifs :

Pour la 1 ^{re} classe de voyageurs, à . . .	0',078
» 2 ^e » » . . .	0,052
» 3 ^e » » . . .	0,026
Pour les marchandises, par tonne, à . .	0,070

Plusieurs compagnies font le camionnage gratuit, soit aux deux extrémités de la ligne, soit à l'une d'elles seulement. Cette mesure équivaut à une réduction de tarifs; elle ne produit pas nécessairement une économie pour le commerce, parce que la compagnie peut toujours calculer ses tarifs de manière à

5 p. o/o pour un tonnage de 100 à 500 tonnes.

10 » » 500 à 1,000 »

15 » » au delà de 1,000 »

Le chemin de fer de Hambourg à Bergedorf est le seul où les prix soient augmentés le dimanche.

Répartition des voyageurs.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	RÉPARTITION des voyageurs sur 100.			TARIF PERÇU EN MOYENNE.	OBSERVATIONS.
	1 ^{re} classe.	2 ^e classe.	3 ^e et 4 ^e classes.		
				fr.	
1 ^o Nürnberg à Fürth.....	3.42	24.37	72.21	0.041	Sur tous ces chemins les voitures de 3 ^e classe sont couvertes en hiver.— Il y a des voitures des classes inférieures à tous les trains.
2 ^o Vienne à Gloggnitz.....	5.28	25.54	69.18	0.065	
3 ^o Haute-Silésie.....	4.10	15.55	83.35	0.049	
4 ^o Breslau à Freyburg.....	1.00	14.00	85.00	0.045	
5 ^o Berlin à Francfort.....	0.97	17.93	81.10	0.065	
6 ^o Berlin à Stettin.....	4.80	26.89	71.31	0.049	
7 ^o Berlin à Potsdam.....	8.16	23.84	68.00	0.056	
8 ^o Anhalt.....	2.88	31.44	65.68	0.050	
9 ^o Magdebourg à Leipzig..	1.80	22.55	75.65	0.049	
10 ^o Düsseldorf à Elberfeld..	2.00	17.74	80.26	0.064	
11 ^o Bonn à Cologne.....	3.08	33.69	63.23	0.032	
12 ^o Rhénan.....	13.74	35.08	51.18	0.072	
13 ^o Leipzig à Dresde.....	3.32	19.70	76.98	0.054	
14 ^o Saxon-Bavarois.....	0.72	14.64	87.64	0.054	
15 ^o Hambourg à Bergedorf..	0.70	9.68	89.62	0.052	
16 ^o Altona à Kiel.....	0.75	9.49	89.76	0.041	
17 ^o Taunus.....	4.65	14.22	87.13	0.054	
Moyennes.....	3.09	20.61	76.30	0.052	3 ^e classe 27.05 p. 0/0 4 ^e — 60.08

Les causes qui influent sur cette répartition sont : le taux absolu des tarifs, les différences entre les tarifs extrêmes, le degré d'aisance des diverses classes de la société, la disposition des voitures, la longueur des trajets, la nature des besoins servis par les chemins de fer, etc. Presque toutes ces causes se réunissent pour favoriser l'accumulation des voyageurs dans les classes inférieures. Les tarifs de la 3^e et de la 4^e classe sont généralement inférieurs à

0',05, quelquefois même à 0',04; on observe des différences très-grandes (Taunus, Altona, Kiel, Saxon-Bavarois, Haute-Silésie, etc.) entre le tarif de la 1^{re} classe et celui de la 3^e ou de la 4^e; la bourgeoisie est moins nombreuse et moins riche qu'en France, les objets nécessaires à la vie sont moins chers que dans beaucoup d'autres pays, et par suite l'aisance relative peut être la même, sans que les gens aisés puissent aborder les tarifs des voitures de 1^{re} et de 2^e classe, qui sont généralement aussi élevés qu'en France. Les voitures de 3^e classe sont couvertes en hiver, et lorsqu'elles sont découvertes en été, c'est plutôt pour l'agrément des voyageurs, que dans le but d'augmenter les recettes en les faisant refluer dans les classes supérieures; sur plusieurs chemins de fer, les voitures de 3^e classe ne diffèrent des autres que parce que les banquettes ne sont pas rembourrées, elles sont fermées à glace et très-bien suspendues. Les trajets sont en général assez courts et la fatigue du voyage n'est pas un élément décisif de préférence pour le choix des places. Quelques chemins de fer aboutissant à des capitales très-peuplées, et conduisant à des lieux de plaisance, comme ceux de Berlin à Potsdam et de Vienne à Gloggnitz, ou bien fréquentés par les touristes étrangers, comme celui du Rhin, sont favorisés pour la répartition des voyageurs, et atteignent pour le nombre des voyageurs de 1^{re} classe les chiffres de 8,16, 5,28, 13,74 p. 0/0; pour les autres, le maximum n'at-

teint pas 3 1/2 p. o/o, et la moyenne est égale à 1 1/2 p. o/o.

On ne peut pas conclure de l'exemple de l'Allemagne que sur les nouveaux chemins de fer français, dont les voitures de 3^e classe seront couvertes, les voyageurs se répartiront de la même manière; le tarif de la 3^e classe y sera de 20 à 25 p. o/o plus élevé qu'en Allemagne, la différence entre les tarifs extrêmes sera moins grande, les habitudes ne sont pas les mêmes, et les voitures de 3^e classe seront généralement moins commodes. Ce n'est pas dans l'ensemble, mais seulement dans quelques exemples spéciaux, qu'il faut chercher des termes de comparaison. Le chemin qui se prête le mieux à cette comparaison est celui du Rhin qui ferait un tarif moyen de 0^e,072; ses tarifs sont ceux qui se rapprochent le plus des tarifs français, quoiqu'ils soient tous un peu plus élevés; en les ramenant au même taux, la même répartition des voyageurs entre les 3 classes donnerait une moyenne de 0^e,068. Ce résultat est d'accord avec la moyenne de 0^e,065, qui a été adoptée pour les chemins de fer votés en 1845.

§ 2. Recettes.

Tableau du
mouvement
et des
recettes.

La circulation des voyageurs et des marchandises n'est pas encore très-considérable sur la plupart des chemins de fer déjà mis en exploitation; le mouvement et les recettes augmenteront au fur et à mesure

que les lignes livrées à la circulation se complèteront par l'achèvement de celles qui sont en construction. J'ai réuni les principaux éléments du trafic, pour l'année 1844, dans le tableau ci-joint; la dernière colonne renferme la recette brute par kilomètre de longueur. Bien qu'en rapportant les produits à cette unité, on n'ait pas un mode de comparaison très-exact, c'est encore le plus convenable pour faire apprécier l'importance relative des tarifs sur les différentes lignes; il est d'autant plus acceptable, que les tarifs ne présentent pas, d'un chemin à l'autre, des différences très-considérables. Pour ce qui concerne la répartition des recettes dans les trois colonnes, que j'ai séparées dans le tableau, il y a souvent de l'incertitude; les comptes-rendus des compagnies présentant des modes de classement très-différents des divers éléments de la recette, le produit des excédants de bagages est tantôt compris dans celui des voyageurs, tantôt dans celui des marchandises, tantôt dans celui des transports accessoires de bestiaux, chevaux, équipages, etc.; toutes les fois que les documents que j'ai eus entre les mains m'ont permis de le séparer, je l'ai réuni au produit des marchandises. La colonne des recettes diverses comprend généralement le produit du transport des équipages, des chevaux, des bestiaux, des revenus du domaine, etc. Il est à regretter que les diverses compagnies n'aient pas encore songé à se concerter pour adopter un mode uni-

forme de rédaction pour leurs comptes-rendus , et qu'elles aient souvent négligé de détailler des renseignements fort utiles à connaître. De la comparaison des résultats de l'exploitation des divers chemins de fer, on peut déduire des indications fort utiles pour l'amélioration des différentes branches du service. Il faut espérer qu'en France, les compagnies adopteront une mesure de ce genre, propre à faire profiter chacune d'elles de l'expérience de toutes les autres, en même temps qu'elle utiliserait tous les renseignements de sa propre expérience.

Un second tableau renferme la recette brute kilométrique des différents chemins de fer depuis leur origine; pour la première année d'exploitation, les calculs ont été rapportés à l'année entière par extension de la moyenne mensuelle. Le chemin de Nürnberg à Fürth a été ouvert à la fin de l'année 1835, celui de Potsdam, à la fin de l'année 1838; le tableau comprend donc, sauf une exception, toute la durée d'exploitation de chaque chemin. J'ai tenu compte également de la longueur des parties de chemin successivement livrées à la circulation. Pour quelques lignes, le défaut de méthode dans la rédaction des comptes-rendus ne m'a pas permis de donner des indications complètes dès la première année de l'exploitation.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	RECETTE BRUTE PAR KILOMÈTRE.					
	Année	Année	Année	Année	Année	Année
	1839.	1840.	1841.	1842.	1843.	1844.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Nürnberg à Fürth.....	18.782	20.021	19.403	19.218	20.180	20.182
Vienne à Gloggnitz.....	»	»	»	30.325	29.497	31.054
Nord de l'emp. Ferdinand.	»	»	»	10.535	12.528	13.431
Haute-Silésie.....	»	»	»	»	7.590	7.563
Breslau à Freyburg.....	»	»	»	»	»	8.699
Berlin à Francfort.....	»	»	»	»	13.087	13.417
Berlin à Stettin.....	»	»	»	»	10.680	11.580
Berlin à Potsdam.....	26.698	26.925	24.665	23.079	23.260	26.861
Anhalt.....	»	»	»	13.218	16.858	16.876
Magdebourg à Leipzig.....	»	11.124	13.324	16.424	20.997	21.638
Magdebourg à Halberstadt.	»	»	»	»	7.703	8.539
Dusseldorf à Elberfeld.....	»	»	»	19.436	20.352	21.024
Bonn à Cologne.....	»	»	»	»	»	15.263
Rhénan.....	»	»	»	14.213	16.878	23.736
Leipzig à Dresde.....	16.006	15.312	16.437	17.412	18.404	18.770
Saxon-Bavarois.....	»	»	»	»	11.533	10.626
Hambourg à Bergedorf.....	»	»	»	14.244	14.152	10.283
Taunus.....	»	»	21.074	22.779	21.322	21.568

En jetant les yeux sur le tableau qui précède, on remarque un fait assez curieux, c'est l'uniformité des recettes de la plupart des chemins fer; à l'exception de quelques lignes de grande communication, dont le trafic a été développé par la mise en exploitation de leurs propres embranchements, ou de chemins construits en prolongement, comme ceux de Magdebourg à Leipzig, de Leipzig à Dresde, et le chemin de fer Rhénan, on voit la recette brute rester stationnaire; pour quelques-unes d'entre elles, il y a même eu un mouvement de baisse sensible. On doit l'attribuer à ce que la plupart de ces chemins de fer restent encore à l'état d'impasses, et n'ont servi jusqu'à présent qu'à satisfaire des besoins locaux, qui se sont immédiatement développés. Il est probable aussi que le choix des tarifs et leur immobilité ont une certaine part d'influence sur ce résultat.

**Influence
sur la
circulation.**

L'établissement des chemins de fer exerce nécessairement une grande influence sur le mouvement des voyageurs; cette influence a dû être plus marquée en Allemagne que partout ailleurs. A l'exception de quelques directions favorisées, comme celle de Leipzig à Francfort-sur-le-Mein, qui possédait un service de diligences analogues aux nôtres, il n'existait que des services de malle-postes sur la plupart des routes, à l'époque où l'on a commencé à établir les chemins de fer. Les transports de voyageurs sur

les routes de terre sont en Prusse, comme dans les autres États allemands, le monopole du gouvernement ou d'entrepreneurs privilégiés, les prix sont élevés, les départs peu nombreux, et quoique tous les voyageurs qui se présentent avant le départ, quel que soit leur nombre, soient admis dans la voiture principale ou dans des voitures de supplément, qu'on ajoute en nombre indéfini, cet état de choses est peu propre à développer un grand mouvement. Les services locaux sont presque nuls. Dans quelques directions seulement, sur des grands fleuves navigables, comme le Rhin et le Danube, la navigation à vapeur avait pu développer une circulation assez active. L'établissement des chemins de fer est donc destiné, en Allemagne plus que partout ailleurs, à opérer une révolution dans les habitudes; cette révolution profitera surtout aux classes peu aisées qui étaient réduites à voyager à pied. En 1838, dans un premier voyage, j'ai plusieurs fois parcouru à pied, faute de voitures publiques, des routes que six années après j'ai franchies sur des locomotives. Je n'ai recueilli de renseignements précis sur la circulation antérieure à l'établissement des chemins de fer que pour celui de Cologne à Bonn. La compagnie, avant d'entreprendre la construction de cette ligne, a fait relever exactement le mouvement des voyageurs de toute espèce, en voitures publiques et particulières, à cheval, à pied, en bateaux à vapeur et en barques; on a trouvé, pour l'année 1836, les nombres suivants :

Nature des transports.	Voyageurs.	Voyageurs devant parcourir la distance entière sur le chemin de fer.
1° Malle-postes et courriers...	30,405	26,666
2° » particulières..	27,000	23,400
3° Cavaliers.....	9,300	3,080
4° Piétons.....	249,000	86,100
5° Bateaux à vapeur.....	53,134	27,691
6° Barques.....	169,100	66,375
Total.....	537,939	233,312

Les nombres de la première colonne donnent la circulation totale constatée indépendamment de la longueur du parcours ; ceux de la seconde colonne représentent le nombre des voyageurs que l'on supposait devoir emprunter le chemin de fer, rapportés à la longueur totale. Le mouvement du chemin de fer, pendant 10 mois $1/2$, a été de 537,605 voyageurs, ou de 317,273 voyageurs rapportés à toute la distance, soit pour une année 614,305 et 362,597. Si l'on avait procédé dans l'enquête de 1836, comme on le fait en France, en négligeant les voyageurs en voitures particulières, les cavaliers, les piétons et les voyageurs en barques, en supposant même tous les voyageurs des bateaux à vapeur acquis au chemin de fer, les nombres du tableau se réduiraient à 83,539 et 54,357, soit environ $1/7$ du mouvement constaté dans la première année d'exploitation. Ce résultat dépend en grande partie de la nature même du service que fait ce

chemin de fer, analogue à ceux de Paris à Versailles et à Saint-Germain, et au taux extrêmement bas des tarifs.

§ 3. *Dépenses.*

J'ai déjà dit combien il était regrettable de voir les comptes-rendus des compagnies présenter des formes différentes, qui rendent toute comparaison à peu près impossible, pour le détail des recettes; cette diversité est encore plus complète et plus fâcheuse pour les dépenses. Il est en outre à regretter que les gouvernements qui exploitent des chemins de fer pour leur propre compte ne livrent pas à la publicité les résultats de l'exploitation; cette réserve, que rien ne motive, peut donner lieu à des suppositions peu favorables au système de l'exploitation des chemins de fer par les gouvernements.

Comptes-
rendus.

Je donnerai successivement, pour plusieurs des chemins de fer qui m'ont déjà fourni des matériaux pour ce chapitre, avec plus ou moins de détail, suivant l'intérêt que ces renseignements présentent, les frais d'exploitation pendant l'année 1843; je réunirai ensuite dans un même tableau le résumé des mêmes renseignements pour l'année 1844; les documents que j'ai eu à ma disposition pour cette dernière année, postérieurement à mon voyage, ne donnent que le total des différents chapitres dans lesquels se rangent les dépenses.

Dépenses
en 1843.

1° Chemin de Nürnberg à Fürth.

	fr.	c.
Appointements et salaires	21,031	95
Entretien et nourriture des chevaux	6,254	37
Entretien et consommation des machines....	5,741	23
Entretien des voitures	5,405	10
Entretien de la voie	4,423	99
Entretien des stations, chauffage, éclairage, etc.	3,128	46
Frais de bureaux.....	739	81
Impôts, assurance et frais divers.....	4,275	81
Total.....	50,997	72

2° Chemin de Munich à Augsburg.

	fr.	c.
Entretien de la voie.....	16,876	72
» des stations.....	4,434	44
» des machines et tenders.....	17,714	84
Salaire des mécaniciens.....	19,803	24
Combustible.....	51,345	23
Huile, graisse, etc., pour le graissage et l'éclairage....	12,788	63
Entretien des voitures.....	23,280	84
Salaire et habillement des agents et ouvriers de l'exploitation.....	89,696	04
Salaires, chevaux et droits d'entrée pour les trains de nuit et le camionnage.....	19,455	99
Frais d'administration	54,382	10
Impôts, intérêts de fonds et frais divers....	13,906	74
Total.....	323,684	81

3° *Chemin de Vienne à Gloggnitz.*

	fr.	c.
Administration centrale,.....	41,646	65
Service des ingénieurs de section, personnel et frais de bureau.....	148,996	07
Service de l'expéditeur en chef.....	162,317	11
Entretien de la voie,.....	84,888	72
» des bâtiments.....	20,507	56
Frais de traction et entretien des voitures.	607,707	41
Signaux.	3,340	21
Total.....	1,069,403	73

4° *Chemin du Nord de l'empereur Ferdinand.*§ 1^{er} *Frais de régie, 839,926 fr. 40 c.*

	fr.	c.
1° Frais généraux d'administration.....	79,866	33
2° Mouvement des voyageurs et des marchandises.....	290,152	00
3° Service technique de l'exploitation et surveillance de la voie.....	295,325	27
4° Service des ateliers et de la traction..	174,582	80

§ 2. *Impôts et timbre.....* 21,290 08§ 3. *Entretien du chemin de fer,*
331,831 fr. 59 c.

1° Terrassements et travaux d'art.....	67,515	51
2° Voie de fer.....	181,458	96
3° Bâtiments.....	82,857	12

§ 4. *Matières consommées, 448,318 fr. 20 c.*

1° Combustible.....	403,865	09
2° Éclairage et graissage.....	44,453	11

§ 5. *Entretien du matériel*, 314,705 fr.

1° Réparation du matériel roulant.....	302,586	55
2° » des outils et du mobilier.....	12,118	56

§ 6. *Dépenses extraordinaires*..... 12,485 22

Total.....	1,196,556	60
------------	-----------	----

5° *Chemin de Breslau à Freyburg.*

	fr.	c.
Entretien de la voie.....	20,915	97
» des bâtiments.....	934	94
» des machines.....	5,776	36
» des voitures.....	1,551	30
Frais spéciaux d'exploitation.....	9,310	89
Combustible (fabrication comprise).....	18,214	24
Appointements et salaires.....	45,548	89
Frais généraux d'exploitation.....	2,991	00
Uniformes.....	134	67
Frais de bureau central.....	484	41
Grues, pompes et plaques tournantes.....	129	37
Total.....	106,001	04

6° *Chemin de Berlin à Francfort-sur-l'Oder.*1° *Entretien et surveillance de la voie.*

	fr.	c.
Appointements et salaires.....	83,214	93
Entretien de la voie.....	24,559	83
» des bâtiments et ouvrages d'art...	5,024	82

2° *Exploitation.*

Appointements et salaires du personnel de l'exploitation et de la traction	158,700	07
---	---------	----

DÉPENSES.

511

Matières consommées pour le service des machines et des voitures.....			147,663	20
Entretien des machines et des voitures.....			18,081	43
» du mobilier et de l'outillage.....			1,191	65
Éclairage.....			15,426	92
Chauffage.....			6,110	00
Frais d'impression.....			11,920	69
Dépenses diverses.....			10,677	01
3° Frais généraux d'administration.				
Appointements.....			38,274	59
Frais de bureau.....			11,765	15
Frais de voyage.....			1,408	69
Assurance contre l'incendie.....			3,670	30
Dépenses diverses.....			7,408	87
Total.....			545,098	06

7° Chemin de Berlin à Potsdam.

	fr.	c.
Entretien et surveillance de la voie.....	56,047	71
Frais d'exploitation et de traction.....	195,358	21
Frais généraux d'administration.....	27,302	63
Total.....	278,708	55

8° Chemin de fer d'Anhalt.

Entretien et surveillance de la voie.....	231,003	15
» des bâtiments..	41,109	77
Frais d'exploitation (y compris l'entretien des voitures).....	286,393	28
Frais de traction.....	470,175	35
Habillement des employés.....	21,880	84
Frais d'administration.....	72,398	79
Total.....	1,122,861	18

9° *Chemin de Magdebourg à Leipzig.*

	fr.	c.
Frais généraux d'administration.....	49,226	13
Entretien et surveillance de la voie et des bâtiments	273,384	71
Frais d'exploitation. { Appointements et salaires .	201,432	59
{ Combustibles, graisse, etc.	329,986	69
{ Entretien du matériel.....	178,019	90
{ Éclairage	7,135	07
{ Frais divers	49,926	60
Total.....	1,089,121	69

10° *Chemin de Dusseldorf à Elberfeld.*

	fr.	c.
Entretien et surveillance de la voie.....	83,072	46
Frais d'exploitation (traction et transport)...	212,408	26
Frais d'administration et de direction.....	21,541	74
Total.....	317,022	46

11° *Chemin de Leipzig à Dresde.*1° *Administration.*

Honoraires, traitements et salaires.....	46,023	66
Frais de bureau	2,849	57
» de procédure.....	1,239	14
» d'impression.....	7,254	90
» de publicité	1,141	20
» de voyage.....	786	89
» divers	1,239	88
Total partiel.....	59,835	24

DÉPENSES.

513

2° *Entretien de la voie.*

	fr	c.
Appointements des ingénieurs et salaires des gardes.	86,184	41
Voie de fer.....	41,251	12
Bâtiments.....	40,939	48
Entretien des outils.....	8,799	01
Travaux d'art.....	8,085	20
Talus et fossés.....	5,079	73
Chemins de service.....	4,141	47
Plaques tournantes et changements de voie.	2,898	99
Indemnités de terrain.....	2,775	08
Chemins, ponts, fossés, etc., en dehors de la voie.	747	79
Enlèvement de la neige au printemps.....	359	13
Indemnités diverses.....	233	47
Chauffage des maisons de gardes.....	38	21
Total partiel.....	201,533	09

3° *Exploitation.*

	fr.	c.
Appointements et salaires.....	135,978	18
Entretien du mobilier.....	13,003	92
Éclairage.....	6,147	10
Indemnité de parcours des conducteurs.....	5,109	78
Chauffage.....	3,441	77
Assurance des voitures.....	2,158	85
Frais de gares.....	1,874	66
Frais d'expédition.....	1,772	70
Indemnités.....	337	61
Gratification aux conducteurs.....	77	33
Total partiel.....	169,903	90

4° *Traction.*

	fr.	c.
Appointements et salaires.....	39,459	56
Indemnités de parcours.....	5,969	02
Huile, graisse pour les voitures, matières pour le nettoyage, entretien des machines et voitures aux stations intermédiaires....	27,125	66
Alimentation des réservoirs.....	8,581	60
Assurance des locomotives contre l'incendie.	782	43
Réparation des locomotives.	119,266	11
Combustible.	325,985	83
Total partiel.	527,171	21

5° *Entretien des voitures.*

Réparations et modifications.....	24,240	77
Roues et essieux	30,223	51
Total partiel.	54,464	28

6° *Dépenses diverses.*

Habillement des employés.....	9,870	83
Frais de médecin.....	3,328	61
Impôts.....	1,701	15
Acquisition d'un nouveau tender.....	9,813	32
» de wagons à bagages.....	27,251	80
Dépenses pour les fours à coke.....	930	47
» pour le matériel des gares et sta- tions.....	10,899	24
Total partiel.	63,796	42

Récapitulation.

	fr.	Rapport. fr.
1° Administration	59,835 24	5,56 p. 0/0
2° Entretien de la voie	201,533 09	18,72 »
3° Exploitation proprement dite	169,903 90	15,78 »
4° Traction	527,171 21	48,96 »
5° Entretien des voitures . . .	54,464 28	5,06 »
6° Dépenses diverses	63,796 42	5,92 »
Total général	1,076,704 14	100,00

11° Chemin Saxon-Bavarois.

	fr.	c.
Entretien et surveillance de la voie	83,799	25
Service des gares	34,935	59
» du mouvement	34,011	42
» des voitures	21,946	50
» des machines	88,274	63
» des ateliers	8,873	21
Habillement des employés	5,202	53
Charges diverses	20,322	64
Approvisionnements	5,757	01
Administration	26,418	91
Dépenses diverses	412	55
Total	329,854	24

Le tableau suivant donne pour 18 chemins de fer et pour l'année 1844, l'état des dépenses réparties en trois chapitres principaux, lorsque la distribu-

Dépenses
en 1844.

tion des matières dans les comptes-rendus a permis d'effectuer cette répartition.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	DÉPENSES EN 1844.					Rapport de la dépense à la recette brute.
	Exploitation.	Entretien et surveillance de la voie.	Frais généraux et administration.	Totales.	Par kilomètre de longueur.	
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	p. o/o
Nürnberg à Fürth.....	431.282	11.480	8.630	51.092	8.515	43.0
Vienne à Gloggnitz.....	794.765	175.545	70.584	1.040.894	13.823	44.5
Nord de l'emp. Ferdinand.	1.269.930	589.115	253.724	2.114.769	6.620	48.9
Haute-Silésie.....	190.458	114.389	37.369	342.216	4.225	55.9
Breslau à Freyburg.....	200.503	114.817	27.941	340.261	4.982	57.2
Berlin à Francfort.....	266.824	111.267	60.049	438.140	5.396	40.2
Berlin à Stettin.....	»	»	»	727.366	5.408	46.7
Berlin à Potsdam.....	245.632	98.797	29.414	343.843	13.074	48.7
Anhalt.....	828.823	354.372	101.974	1.285.169	8.455	50.1
Magdebourg à Leipzig.....	747.559	264.549	94.118	1.106.227	9.351	44.2
Magdebourg à Halberstadt.....	»	»	»	334.003	5.639	66.0
Dusseldorf à Elberfeld.....	163.725	91.708	23.390	277.823	9.957	47.3
Bonn à Cologne.....	105.934	64.930	23.373	194.237	»	49.7
Rhénan.....	588.365	220.205	71.137	879.707	10.241	43.1
Leipzig à Dresde.....	760.298	242.763	64.323	1.067.084	9.311	49.6
Saxon-Bavarois.....	473.084	114.795	43.129	331.008	»	50.9
Hambourg à Bergedorf.....	64.982	92.503	22.848	180.333	8.409	83.0
Taunus.....	»	»	»	475.795	10.963	50.8

§ 4. *Produit net..*

Intérêt
du capital.

Quelque faible que soit en général le produit net des chemins de fer allemands, il donne presque toujours un intérêt suffisant du capital dépensé pour le premier établissement; la moyenne est de 5 1/2 p. o/o. Cela tient à ce qu'un grand nombre de ces chemins ne sont pas encore complètement achevés, à ce qu'ils ont généralement rencontré des

facilités d'exécution exceptionnelles, à ce que le bas prix des terrains, des matériaux de construction et de la main - d'œuvre a fait ressortir à un taux peu élevé les frais de premier établissement, et surtout à ce que les appointements et les salaires de toute espèce sont beaucoup moins élevés que partout ailleurs. Lorsqu'ils seront complétés pour les lignes en construction, et peut-être aussi lorsque la population, enrichie par les facilités de toute sorte, que ces voies de communication donnent à l'agriculture, à l'industrie et au commerce, aura contracté des habitudes de voyages lointains qu'elle n'a pas encore, leur revenu ne peut manquer de s'accroître dans une forte proportion, lors même que toutes les dépenses nécessaires pour leur complet achèvement auront augmenté leur capital.

J'ai réuni dans un même tableau, pour les 18 chemins de fer, dont il a été déjà question à plusieurs reprises, le capital de premier établissement dépensé par kilomètre, à la fin de l'année 1844, le produit net total et par kilomètre de longueur exploitée, le rapport du produit net à la recette brute et le rapport du produit net au capital, c'est-à-dire l'intérêt du capital fourni par l'exploitation. Pour quelques-uns de ces chemins, livrés à la circulation en 1844, soit en totalité, soit pour quelques sections seulement, je n'ai pas tenu compte du temps

pendant lequel a eu lieu l'exploitation; il sera facile de le faire, en ayant recours aux renseignements contenus dans le premier chapitre. Ces chemins sont ceux de Leipzig à Krimmitschau ou Saxon-Bavarois, de Breslau à Schweidnitz et de Bonn à Cologne.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	CAPITAL dépensé à la fin de 1844. (par kil.)	PRODUIT NET.		Rapport du produit net à la recette brute.	Rapport du produit net en capital.
		Total.	Par kilomètre.		
	fr.	fr.		p. 0/0	p. 0/0
Nürnberg à Fürth.....	71.667	70.001	11.667	57.0	16 1/4
Vienne à Gloggnitz.....	336.400	1.297.497	17.231	55.5	5 1/8
Nord de l'emp. Ferdinand.	440.853	2.172.858	6.811	51.4	5
Haute-Silésie.....	85.800	270.405	3.338	44.4	4
Breslau à Freyburg.....	119.723	253.906	3.717	42.8	3
Berlin à Francfort.....	127.442	631.295	8.021	59.8	6 1/3
Berlin à Stettin.....	107.250	830.124	6.172	53.3	5 4/5
Berlin à Potsdam.....	204.230	362.621	15.787	51.3	6 5/6
Anhalt.....	119.282	1.279.476	8.421	49.9	7
Magdebourg à Leipzig.....	»	1.453.604	12.107	55.8	8 4/5
Magdebourg à Halberstadt.	109.080	270.243	2.900	54.0	2 2/3
Dusseldorf à Elberfeld....	284.670	308.752	11.067	52.7	4 2/10
Bonn à Cologne.....	113.313	196.859	»	50.3	6 3/4
Rhénan.....	376.444	1.159.324	13.495	56.9	3 1/3
Leipzig à Dresde.....	197.000	1.143.991	7.459	50.6	4 4/5
Saxon-Bavarois.....	147.726	319.349	»	49.1	3 1/4
Hambourg à Bergedorf....	216.153	29.057	1.874	17.0	3/4
Taunus.....	486.119	466.257	10.605	49.2	6

Les nombres de la première colonne diffèrent généralement de ceux qui ont été donnés au chapitre VII parce qu'ils comprennent des dépenses étrangères à la construction proprement dite, et fort variables, d'un chemin à l'autre.

Cours
des actions.

Les actions des compagnies de chemins de fer en exploitation ou en construction sont très-recher-

chées; on escompte l'avenir des lignes qui par leur prolongement recevront un accroissement de trafic considérable. Je terminerai ce travail en reproduisant le cours des actions pendant le mois d'août 1845.

NOMS DES CHEMINS DE FER.	CAPITAL NOMINAL des actions.	Versements effectués.	Dividendes (intérêts compris) pour 1844.	COURS DES ACTIONS. (Le capital nominal = 100).			INDICATION des BOURSES.
				Plus haut.	Plus bas.	Moyen.	
1 ^{re} En exploitation :							
Vienne à Gloggnitz.....	4298	80	5 1/4	160	153	156 2/5	Vienne.
Nord de l'emp. Ferdinand.	3246	100	5	221	209 1/2	214 5/6	id.
Haute-Silésie (1 ^{re} émiss.)..	371	100	4	118	116	117 1/8	Breslau.
id. (2 ^e émission).....	371	100	4	111	109 1/2	110	id.
Breslau à Freyburg.....	742	100	4	117 3/4	114 3/4	116 1/2	id.
Basse-Silésie.....	371	70	»	110 7/8	108 1/2	109 1/3	Berlin.
Berlin à Stettin.....	742	100	5	130 3/4	129	129 3/4	id.
Anhalt.....	742	100	6 1/2	147 1/2	144 1/2	146 1/10	id.
Magdebourg à Leipzig.....	371	100	9	181 1/2	179	180 3/4	Leipzig.
Magdebourg à Halberstadt....	371	100	3	111	109 1/8	110 1/2	Berlin.
Dusseldorf à Elberfeld....	371	100	3	103	100 2/3	102	id.
Bonn à Cologne.....	371	100	6	140 1/2	137 1/2	138 1/5	id.
Rhénan.....	927	100	»	109 3/4	107 1/4	108 7/8	id.
Leipzig à Dresde.....	371	100	5	134 1/2	132	133	Leipzig.
Saxon-Bavarois.....	371	90	»	98	96 1/2	97	id.
Hambourg à Bergedorf....	564	100	0	106	104	104 7/8	Berlin.
Altona à Kiel.....	561	100	»	115	111 1/2	113 1/3	id.
Taunus.....	537	100	6	151 3/10	150	150 3/5	Francfort.
2 ^e En construction :							
Guillaume (Prusse).....	371	75	»	112 2/3	110	112	Breslau.
Embranch. de Basse-Silésie	371	45	»	97	97	97	id.
Berlin à Hambourg.....	742	60	»	116	114	115 1/2	Berlin.
Potsdam à Magdebourg....	371	50	»	117	115 1/2	116 1/6	id.
Köthen à Bernburg.....	371	10	»	101 3/4	104 1/2	104 5/8	id.
Saxon-Silésien.....	371	40	»	111 5/8	110 1/8	111	Leipzig.
Lobau à Zittau.....	371	20	»	99 1/2	98 1/2	99	id.
Ersgebirge.....	374	121/2	»	101 3/4	100 3/4	101 1/3	id.
Thuringe.....	371	40	»	109	108	108 3/5	Berlin.
Frédéric-Guillaume.....	371	30	»	99 1/2	98 1/2	99	Leipzig.
Weser.....	742	20	»	107 2/3	106 1/2	107	Berlin.
Palatin de Louis.....	1075	20	»	110	109 1/8	109 3/5	Francfort.

Ce tableau complète les renseignements que j'ai donnés séparément sur chaque chemin, dans le chapitre premier, en faisant voir comment l'opinion publique classe, pour l'importance du trafic et des revenus, les différentes lignes de chemin de fer en exploitation ou en construction en Allemagne.

FIN.

APPENDICE.

MESURE, POIDS ET MONNAIES.

1° *Grand-duché de Bade.*

1 pied = 10 pouces = 100 lignes.....	0m.,30
1 ruthe = 10 pieds =	3m.,00
1 lieue de 25 au degré =	4444m.,44
1 morgen =	36ares,00
1 pied cube d'eau = 18 maas =	27lit.,00
1 livre =	0kg.,50
1 quintal = 100 livres =	50kg.,00
1 florin du Rhin = 60 kreutzer.....	2fr.,15

2° *Bavière.*

1 pied = 12 pouces = 144 lignes =	0m.,291859
1 mille =	7km.,415
1 corde de bois =	3st.,134
1 livre nouvelle =	0kg.,5600
1 quintal = 100 livres =	56kg.,00
1 florin du Rhin =	2fr.,15

3° *Autriche*

1 pied de Vienne = 12 pouces = 144 li- gnes =	0m.,316103
1 klafter = 6 pieds =	1m.,896614
1 mille de Vienne =	7km.,586
1 joch (arpent) =	57ares,5543

1 corde de bois =	3 st , 408
1 livre de Vienne =	0 ^{kg} , 5600
1 quintal de Vienne =	56 ^{kg} , 00
1 florin (monnaie de convention) = 60 kreutzers =	2 ^{fr} , 5967

4° Prusse.

1 pied de Prusse ou du Rhin = 12 pouces = 144 lignes =	0 ^m , 313853
1 ruthe = 12 pieds =	3 ^m , 766243
1 elle (aune) = 25,5 pouces =	0 ^m , 66694
1 mille =	7 ^{km} , 532
1 morgen = 180 ruthen carrés =	25 ^{ares} , 5322
1 tonne = 4 scheffel =	2 ^{hect} , 198, 460
1 corde de bois =	3 st , 3389
1 livre = 32 loth.	0 ^{kg} , 467711
1 quintal ancien = 110 livres =	51 ^{kg} , 44821
1 livre de l'union douanière =	0 ^{kg} , 5000
1 quintal <i>id</i> =	50 ^{kg} , 0000
1 thaler = 30 silbergros = 360 pfenning = .	3 ^{fr} , 71

5° Saxe.

1 pied de Dresde = 12 pouces = 144 lignes =	0 ^m , 28326
1 elle (aune) <i>id</i> . = 2 pieds =	0 ^m , 56652
1 pied de Leipzig =	0 ^m , 282500
1 elle = 2 pieds =	0 ^m , 56500
1 mille de police =	9 ^{km} , 064
1 morgen =	55 ^{ares} , 3697
1 livre de Dresde =	0 ^{kg} , 466937
1 livre de Leipzig =	0 ^{kg} , 467214
1 thaler de Prusse = 30 nouveaux gros = ..	3 ^{fr} , 71

6° *Hambourg.*

1 pied =	0 ^m ,286415
1 mille =	7 ^{km} ,561
1 morgen =	96 ^{ares} ,472
1 livre =	0 ^{kg} ,48416
1 marc courant = 16 schilling =	1 ^{fr} ,527465
1 marc banco = 16 schilling =	1 ^{fr} ,879957

7° *États divers.*

1 pied de Hanovre =	0 ^m ,291995
1 pied de Brunswick =	0 ^m ,285362
1 pied de Francfort-sur-le-Mein =	0 ^m ,284610
1 pied anglais =	0 ^m ,304794
1 yard anglais = 3 pieds =	0 ^m ,914383
1 mille allemand ou géographique =	7 ^{km} ,408
1 livre de Hanovre =	0 ^{kg} ,489619
1 livre anglaise =	0 ^{kg} ,453415

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
INTRODUCTION.....	v

CHAPITRE I.

DESCRIPTION STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER EXÉCUTÉS OU EN COURS D'EXÉCUTION.

Préliminaires	1
Grand-duché de Bade.....	2
Royaume de Wurtemberg.....	5
Royaume de Bavière.....	6
Empire d'Autriche	13
Monarchie prussienne (provinces à l'est du Weser).....	27
Possessions de la maison de Saxe.....	40
Royaume de Hanovre. — Duché de Brunswick.....	45
Villes libres anseatiques. — Duché de Holstein. — Grand-duché de Mecklembourg-Schwerin.....	49
États de la maison de Hesse. — Ville libre de Francfort-sur-le-Mein. — Duché de Nassau.....	50
Monarchie prussienne (provinces à l'ouest du Weser).....	53
Résumé.....	58
Tableau des longueurs.....	59

CHAPITRE II.

SYSTÈME D'EXÉCUTION.

§ 1^{er}. *Construction et exploitation par l'État.*

Bavière, Bade, Autriche.....	64
Exploitation à ferme et en régie	66
Traités entre les États voisins	70

§ 2. *Construction et exploitation par les compagnies.*

Durée des concessions et rachat	73
Fixation des tarifs.....	75
Concessions directes.....	78
Concours financier des États.....	79
Intervention dans l'administration des compagnies.....	87
Actions et obligations.....	89

CHAPITRE III.

TRACÉ. — PENTES ET COURBES.

Tableau synoptique des pentes et des courbes	92
--	----

§ 1^{er}. *Pentes.*

Chemins à fortes pentes ; Brunswick à Harzburg.....	94
Calcul de l'effet utile des machines locomotives.....	98
Comparaison des locomotives aux machines fixes ; plan incliné d'Aix-la-Chapelle	102
Plan incliné du chemin de fer de Dusseldorf à Elberfeld.....	115
Influence des pentes sur les dépenses d'exploitation.....	117
Service des marchandises.....	119
Sécurité.....	121
Résumé.....	122

§ 2. *Courbes.*

Courbes de petit rayon	123
Inconvénients des courbes de petits rayons ; augmentation de résistance ; évaluation des frottements.....	127
Moyens employés pour remédier à ces inconvénients.....	130
Force centrifuge ; exhaussement du rail extérieur.....	133
Limite du rayon minimum.....	137
Usure du matériel.....	140
Sécurité.....	143
Conclusion.....	145

CHAPITRE IV.

VOIE DE FER ET ACCESSOIRES.

Largeur de la voie.....	146
Nécessité d'une complète uniformité.....	149

DES MATIÈRES.

527

Largeur de l'entre-voie.....	151
Diverses formes de rails.....	156
Supports de la voie.....	163
Prix de revient de la voie de fer.....	171
Pose ; mouvement de lacet.....	174
Changement de voie ; plaques tournantes ; passages de niveau.....	181
Clôture.....	190
Tableau résumé.....	191
Cahier des charges pour la fourniture des rails.....	193

CHAPITRE V.

STATIONS ET DÉPENDANCES.

Généralités.....	197
Service sur les côtés (gare de Leipzig).....	198
Service en tête (gare de Vienne).....	201
Service sur un seul côté (gare de Carlsruhe).....	203
Rebroussements.....	205
Embranchements.....	207
Stations de second ordre.....	209
Gares de marchandises.....	213
Ateliers de réparation.....	216
Réservoirs ; grues hydrauliques.....	218
Détails statistiques.....	220
Frais d'établissement.....	222

CHAPITRE VI.

MATÉRIEL.

Division du chapitre.....	231
---------------------------	-----

1^{re} SECTION. — MATÉRIEL DE TRACTION.

§ 1. De la locomotive considérée comme véhicule.

Roues.....	233
Essieux ; causes de rupture.....	234
Bandages.....	238
Disposition du châssis.....	ib.
Machines américaines.....	243
Machines à roues accouplées.....	248
Ressorts de suspension.....	254
Boîtes à sable.....	256

§ 2. De la locomotive considérée comme appareil de vaporisation.

Combustible.....	257
Boîtes à feu.....	258
Cendriers.....	261
Appareil de Klein	264
Pompes.....	268
Eau d'alimentation.	271
Entraînement de l'eau par la vapeur.	273
Appareils de sûreté; épreuve des chaudières.	277

§ 3. De la locomotive considérée comme moteur.

Machines à cylindres extérieurs.....	278
Tuyau d'échappement variable.....	281
Détente variable.....	293
Dimension des locomotives.....	293

§ 4. Tenders.

Freins.....	296
Tube indicateur.....	ib.
Pompe à incendie	297
Appareil de décrochage	298

§ 5. Statistique.

Origine des machines.....	299
Fabriques de locomotive en Allemagne.....	ib.
État général des machines en service.....	302
Prix des machines locomotives.....	304

§ 6. Cahier des charges pour la fourniture des machines.

Autriche.....	305
Bavière.....	309

2^e SECTION. — MATÉRIEL DE TRANSPORT.

Voitures: système anglais	314
» système belge.....	ib.
» système américain.....	316
» système allemand.....	321
Wagons pour le transport des bois.....	324
Chasses-neige	325
Boîtes à graisse; emploi de l'huile.....	327
Coussinets	332

DES MATIÈRES.

529

Ressorts de suspension; balancier.....	334
Ressorts de choc et de traction.....	342
Châssis articulés.....	345
Panneaux en carton.....	346
Fabriques de voitures.....	347
Prix des voitures.....	348

CHAPITRE VII.

FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT.

Prix de revient de 21 chemins de fer.....	351
État récapitulatif.....	361
Causes de la modicité des prix.....	362
Chemins à une seule voie.....	363
Calcul de l'économie produite par la suppression d'une voie.....	364
Gares d'évitement.....	369

CHAPITRE VIII.

EXPLOITATION.

Organisation générale du service.....	373
Règlements de service.....	375
Instructions générales.....	376

1^{re} SECTION. — ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA VOIE.

Gardes-ligne.....	380
Tableau des frais d'entretien.....	381
Écartement des gardes-ligne.....	382
Instructions pour les piqueurs.....	383
Instructions pour les gardes-ligne.....	389
Signaux.....	397
Télégraphes ordinaires.....	400
Télégraphe de Treuttlér.....	406
Télégraphe électrique.....	408
Service de secours.....	411

2^e SECTION. — EXPÉDITION ET TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

§ 1^{er}. *Expédition*

Ensemble du service.....	413
--------------------------	-----

Chemin de fer de Leipzig à Dresde : 1 ^o Voyageurs.....	415
2 ^o Bagages.....	418
3 ^o Marchandises.....	421
Service des locomotives.....	427
Renseignements divers.....	4b.
Échange des voyageurs.....	428
Contrôle en route.....	429

§ 2. *Transport.*

Nature et nombre des trains.....	429
Heures de départ.....	432
Croisement des trains.....	4b.
Transports divers.....	435
Charge des trains.....	438
Wagons de sûreté; fermeture des voitures.....	440
Signaux sur les trains.....	442
Vitesse.....	447
Chauffage des voitures.....	449
Règlement des conducteurs de trains.....	452
Frais d'entretien des voitures.....	456

3^e SECTION. — TRACTION.

Organisation du service.....	458
Livret des machines.....	460
Instructions pour les mécaniciens.....	461
Examen des mécaniciens.....	469
Primes de consommation.....	470
Salaires.....	471
Combustible.....	472
Frais de traction sur seize chemins de fer.....	474
Résumé.....	483
Application de la détente variable.....	484

CHAPITRE IX.

PRODUITS DE L'EXPLOITATION.

§ 1^{er}. — *Tarifs.*

Tableau des tarifs.....	487
Détails accessoires.....	490
Réductions et remise sur les tarifs.....	493
Répartition des voyageurs.....	497

§ 2. — *Recettes.*

Tableau du mouvement et des recettes.....	500
Influence des chemins de fer sur la circulation.....	504

§ 3. — *Dépenses.*

Comptes rendus des compagnies.....	507
Dépense en 1843 sur différents chemins de fer.....	ib.
Tableau des dépenses en 1844.....	515

§ 4. — *Produit net.*

Tableau du produit net et des intérêts.....	518
Cours des actions	519

APPENDICE.

MESURES, POIDS ET MONNAIES.

1 ^o Grand-duché de Bade.....	521
2 ^o Bavière.....	ib.
3 ^o Autriche.....	ib.
4 ^o Prusse.....	522
5 ^o Saxe.....	ib.
6 ^o Hambourg.....	523
7 ^o États divers.....	ib.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Page 38	ligne 8	3 janvier 1843, <i>lisez</i> : 18 août 1840.
98	7	qu'il paraît apprécier, <i>lisez</i> : qu'il paraît difficile d'apprécier.
116	14	pour entraîner les trains , <i>lisez</i> : pour être entraîné par les trains.
139	16	du rail, <i>lisez</i> : du rail extérieur.
208	27-28	sont réparés, <i>lisez</i> : sont séparés.
277	titre	MOTEUR, <i>lisez</i> : VAPORISATION.
355	12	114,723 fr., <i>lisez</i> : 119,723 fr.
361	16	114,723, <i>lisez</i> : 119,723 00.
373	3	19° Saxon-Bavarois, <i>lisez</i> : 16° Saxon-Bavarois.
401	13	inclinés à 44°, <i>lisez</i> : inclinés à 45°.
415	6	27 sortes, <i>lisez</i> : 21 sortes.
476	16	0.088, <i>lisez</i> : 0.086.

lins

ur

erra

Agram

u de Pa

ER

46

40

14

19

génération, si les provinces, véritables artères de l'empire, n'y eussent continuellement versé leur sang le plus pur. » (Brierre de Boismont, art. ALIÉNATION MENTALE de l'*Encyclopédie catholique*.)

Daquin avait dit déjà : « Il y a une infinité de causes qui déterminent ou qui produisent la folie ; mais le germe de cette maladie est, sans contredit, bien plus promptement développé chez ceux où il se rencontre déjà une disposition héréditaire. Et pourquoi la médecine,



1

.

OUNC

V13

CH.
BURY

